

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО**

*Факультет інформатики та обчислювальної техніки*

(назва факультету, інституту)

*Кафедра автоматизованих систем обробки інформації і управління*

(назва кафедри)

"На правах рукопису"

УДК 004.89

«До захисту допущено»

В.о.завідувача кафедри

О.А.Павлов

(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” 20 19 р.

**МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ**

**на здобуття ступеня магістра**

за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології

(код та назва спеціальності)

ОПП

Інформаційні управляючі системи та технології

(код та назва спеціалізації)

на тему: Підтримка прийняття рішень в слабкоструктурованих системах

Виконав: студент

VI курсу групи ІС-82мп

(шифр групи)

Довгаль Дмитро Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник

доцент, к.т.н. доц. Жданова О.Г.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант

проф., д.т.н., проф. Томашевський В.М.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

доцент, к.т.н., доц. Рєпнікова Н.Б.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент

(підпис)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки  
(повна назва)

Кафедра автоматизованих систем обробки інформації та управління  
(повна назва)

Рівень вищої освіти другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології  
(код і назва)

ОПП Інформаційні управляючі системи та технології  
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
В.о.завідувача кафедри  
                     О.А.Павлов  
(підпис) (ініціали, прізвище)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

Довгалю Дмитру Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Підтримка прийняття рішень в слабкоструктурованих системах

науковий керівник дисертації Жданова Олена Григорівна, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “ 27 ” 11 20 19 р. № №4005-с

2. Строк подання студентом дисертації “ 2 ” 12 20 19 р.

3. Об'єкт дослідження процеси прийняття рішень в слабкоструктурованих системах

4. Перелік завдань, які потрібно розробити дослідити предметне середовище; провести аналіз можливих методів розв'язання задачі підтримки прийняття рішень; визначити можливість застосування існуючих методів в задачі підтримки прийняття рішень в слабкоструктурованих системах; сформулювати постановку задачі підтримки прийняття рішень з використання нечітких інтервальних оцінок; розробити систему підтримки прийняття рішень в слабкоструктурованих системах.

5. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу \_\_\_\_\_

1. Діаграма бізнес процесів; 2. Блок-схема модифікованого алгоритму аналізу ієрархій; 3. Діаграма класів backend частини; 4. Діаграма класів frontend частини; 5. Діаграма послідовності процесу прийняття рішення; 6. Етапи розробки стартап-проекту.

6. Орієнтовний перелік публікацій \_\_\_\_\_ одні тези доповіді на науковій конференції

7. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

8. Дата видачі завдання “ 2 ” вересня 20 19 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Систематизація результатів огляду літератури	28.10	
2	Порівняльний аналіз існуючих методів розв'язання задачі	03.11	
3	Постановка та формалізація математичної моделі задачі	04.11	
4	Модифікація існуючих методів розв'язання задачі	06.11	
5	Розробка інформаційного та програмного забезпечення	11.11	
7	Проведення експериментальних досліджень розроблених алгоритмів	15.11	
8	Оформлення документації	19.11	
9	Подання роботи на попередній захист	20.11	
10	Подання роботи на основний захист	02.12	

Студент

(підпис)

Д.О. Довгаль

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник

(підпис)

О.Г. Жданова

(ініціали, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 97 с., 11 рис., 77 табл., 37 джерел, 1 додаток.

**Актуальність.** В даний час розроблено багато різних програм систем підтримки прийняття рішень. Найбільш важкими для аналізу та підтримки прийняття рішень є слабкоструктуровані системи, які типові для різних сфер діяльності людини. Більшість характеристик в таких слабко структурованих системах подаються лише якісно, а не чисельно. Для аналізу ситуацій і створення альтернативних стратегій поведінки виявити основні концепти, зв'язків між ними і сили впливу одних концептів на інші. У слабкоструктурованих ситуаціях цей процес повинен відбуватися за участі експертів і комп'ютерної підтримки, тому що робота в складних предметних областях є дуже трудомісткою. Сучасні системи підтримки прийняття рішення, призначені для роботи в слабкоструктурованих ситуаціях, крім використання методів аналізу, оцінки і генерації альтернативних стратегій поведінки, повинні включати методи структуризації системи, розвинений інтерфейс користувача для роботи з експертами, засоби створення, редагування та візуалізацію моделей. Системи, які задовольняють таким вимогам, в даний час, в процесі становлення, тому проблема підтримки прийняття рішення в слабко структурованих системах є актуальною.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалась на кафедрі автоматизованих систем обробки інформації та управління Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» в рамках теми «Створення засобів імітаційного моделювання дискретно-подійних систем» (державний реєстраційний номер 0117U000923).

**Мета дослідження** – полегшення прийняття рішень в слабкоструктурованих системах.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні **завдання**:

- дослідити предметне середовище;

- провести аналіз можливих методів розв’язання задачі підтримки прийняття рішень;
- визначити можливість застосування існуючих методів в задачі підтримки прийняття рішень в слабкоструктурованих системах;
- сформулювати постановку задачі підтримки прийняття рішень з використання нечітких інтервальних оцінок;
- розробити систему підтримки прийняття рішень в слабкоструктурованих системах.

**Об’єкт дослідження** – процеси прийняття рішень в слабкоструктурованих системах.

**Предмет дослідження** – методи прийняття рішення в слабкоструктурованих системах.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у модифікації методу аналізу ієрархій, а саме можливості інтервальної оцінки критерії та альтернатив.

**Публікації.** Матеріали роботи опубліковані в тезах на 3-ї всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Інформаційні системи та технології управління» (ІСТУ-2019).

СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, КОГНІТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, КОГНІТИВНА КАРТА, МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ, ІНТЕРВАЛЬНІ ОЦІНКИ

## ABSTRACT

**Actuality.** Many different programs of decision support systems are currently being developed. The most difficult to analyze and support decision-making are poorly structured systems, which are typical of different areas of human activity. Most of the characteristics of such poorly structured systems are only qualitative, not numerical. To analyze situations and create alternative behavioral strategies, identify the basic concepts, the relationships between them, and the power of influence of one concept on another. In weakly-structured situations, this process has to be done with the help of experts and computer support, because working in complex subject areas is very time-consuming. Modern decision support systems designed to work in poorly structured situations, in addition to using methods of analysis, evaluation and generation of alternative behavior strategies, should include methods of system structuring, advanced user interface for working with experts, tools for creating, editing and visualizing models. Systems that meet these requirements are now in the making, so the problem of decision support in poorly structured systems is urgent.

**Relationship with working with scientific programs, plans, topics.** The work was performed at the Department of Computer-Aided Management And Data Processing Systems of the National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» within the topic «Creation of simulation tools for discrete event systems» (state registration number 0117U000923).

**The goal is** facilitating decision making in weakly structured systems.

To achieve this goal, the following **tasks** must be completed:

- investigate the subject environment;
- analyze possible methods for solving the decision support problem;
- determine the possibility of using existing methods in the decision support problem in weakly structured systems;
- formulate the formulation of the decision support problem using fuzzy interval estimates;

- develop a decision-making support system in a weakly structured system.

**The object of research is** decision-making processes in weakly structured systems.

**The subject of research is** decision-making methods in a weakly structured system.

**The scientific novelty of the obtained results** is a modification of the method of analysis of hierarchies, namely the possibility of interval evaluation of criteria and alternatives.

**Publications.** The materials of the work were published in the abstracts at the 3rd All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students "Information Systems and Technologies of Management" (ISTU-2019).

DECISION SUPPORT SYSTEMS, COGNITIVE MODELING, COGNITIVE MAP, HIERARCHY ANALYSIS METHOD, INTERVAL ASSESSMENTS

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ З РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СЛАБКОСТРУКТУРОВАНИХ СИСТЕМАХ З ВИКОРИСТАННЯМ КОГНІТИВНОГО ПІДХОДУ.....	12
1.1 Загальні положення .....	12
1.2 Опис бізнес – процесів .....	19
1.2.1 Опис процесу діяльності .....	19
1.2.2 Актори і функції .....	20
1.3 Опис постановки задачі.....	21
1.4 Рішення з інформаційного забезпечення .....	22
1.4.1 Вхідні дані.....	22
1.4.2 Вихідні дані.....	22
1.4.3 Опис структури бази даних .....	22
Висновки .....	27
2 МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ.....	28
2.1 Змістовна постановка задачі.....	28
2.2 Математична модель .....	28
2.3 Огляд методів розв’язання.....	29
2.4 Адаптація методу аналізу ієрархій до розв’язання задачі.....	30
2.5 Розробка алгоритму розв’язання.....	30
2.6 Приклад роботи алгоритму.....	33
Висновки .....	44
3 ОПИС ПРОГРАМНОГО ТА ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	45
3.1 Засоби розробки.....	45
3.2 Архітектура програмного забезпечення.....	48
3.2.1 Діаграми класів.....	48
3.2.2 Діаграми послідовностей.....	55
3.3 Опис технічного забезпечення .....	56
3.3.1 Вимоги до технічного забезпечення .....	56
3.3.1 Діаграма розгортання.....	57



3.3.2	Специфікація функцій .....	57
3.3.3	Архітектура програмного забезпечення .....	71
	Висновки .....	72
4	РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ .....	73
4.1	Загальні положення .....	73
4.2	Опис основних ідей проекту .....	73
4.3	Технологічний аудит ідеї проекту .....	74
4.4	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту .....	75
4.5	Розроблення ринкової стратегії проекту .....	81
4.6	Розроблення маркетингової програми проекту .....	83
	Висновки .....	85
	ВИСНОВКИ .....	86
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	87
	ДОДАТОК А .....	91
	Діаграма бізнес процесів .....	92
	Блок-схема модифікованого алгоритму аналізу ієрархій .....	93
	Діаграма класів backend частини .....	94
	Діаграма класів frontend частини .....	95
	Діаграма послідовності процесу прийняття рішення .....	96
	Етапи розробки стартап-проекту .....	97

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ППР – підтримка прийняття рішень

СППР – система підтримки прийняття рішень

КК – когнітивна карта

ОПР – особа, що приймає рішення

БД – база даних

МАІ – метод аналізу ієрархій

JS – JavaScript

## ВСТУП

Найважливішим процесом, що зв'язує всі основні функції управління складними системами, є розробка управлінських рішень, оскільки саме прийняті рішення визначають не тільки ефективність процесу управління, а й можливість стійкого розвитку керованої системи і її виживання в швидко змінюваному світі.

Разом з тим, для процесу розробки управлінських рішень характерний ряд проблем, пов'язаних в першу чергу з важкістю формалізувати більшості його етапів, унікальністю виникаючих завдань, необхідністю обліку безлічі чинників і цілей, мають складну структуру взаємозв'язку, а часто суперечать один одному. Тому найбільш ефективним підходом до розробки рішень є поєднання досвіду, знань, інтуїції особи приймає рішення (ОПР), експертів, аналітиків, а також сучасних технологій інтелектуальної підтримки прийняття рішень [1], що дозволяють систематизувати і структурувати наявну інформацію, досліджувати альтернативні варіанти рішень і вибрати з них найбільш вдалі.

В цілому процес розробки управлінського рішення складається з шести основних етапів: аналіз проблеми, формулювання цілей і завдань, вибір критеріїв і оцінка їх ефективності, формування безлічі альтернатив, аналіз альтернатив і формування керуючого впливу - на кожному з цих етапів вирішується ряд підзадач, при цьому їх рішення зазвичай носить паралельний і ітераційний характер. Для деяких підзадач, таких як отримання критеріальних оцінок, моделювання переваг ОПР, вибір оптимального рішення і ін., існують досить добре опрацьовані на сьогоднішній день підходи до їх реалізації - більшість таких підходів засноване на математичній теорії прийняття рішень. З іншого боку, такі підзадачі, як аналіз чинників, що характеризують слабкоструктуровану ситуацію [2-5], яка моделюється, розробка прогнозу її розвитку, синтез і відбір альтернатив і керуючих стратегій, вирішуються в основному на наближеному, якісному рівні, з допомогою інтуїції і нестрогих міркувань. Основна складність, що виникає при побудові моделей слабкоструктурованих систем, полягає в тому, що аналітичний опис або статистичне спостереження залежностей між вхідними та вихідними параметрами є

досить важким, а часто неможливим, і доводиться вдаватися до суб'єктивних моделям, заснованим на експертній інформації, що обробляється із залученням логіки «здорового глузду», інтуїції і евристики.

Науковим напрямком, що лежить в основі дослідження задач, які мають зазначеними характеристиками, є методологія когнітивного аналізу [6]. Найбільш ефективним інструментом є нечіткі когнітивні карти [7], які добре зарекомендували себе в задачах дослідження структури системи і отримання прогнозів її поведінки при різних впливах, з метою генерації ефективних стратегій управління.

Таким чином, проблема підтримки прийняття рішення в слабко структурованих системах є актуальною.

Об'єктом дослідження є процеси прийняття рішень в слабкоструктурованих системах.

Предметом дослідження є методи прийняття рішення в слабкоструктурованих системах.

Завдання дослідження:

- дослідити предметне середовище;
- провести аналіз можливих методів розв'язання задачі підтримки прийняття рішень;
- визначити можливість застосування існуючих методів в задачі підтримки прийняття рішень в слабкоструктурованих системах;
- сформулювати постановку задачі підтримки прийняття рішень з використання нечітких інтервальних оцінок;
- розробити систему підтримки прийняття рішень в слабкоструктурованих системах.

# 1 ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ З РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СЛАБКОСТРУКТУРОВАНИХ СИСТЕМАХ З ВИКОРИСТАННЯМ КОГНІТИВНОГО ПІДХОДУ

## 1.1 Загальні положення

Система підтримки прийняття рішень (СППР) це інтерактивною системою, яка забезпечує користувачу доступ до моделей і даних для того, щоб на інформаційному рівні підтримати складний процес прийняття рішень стосовно слабкоструктурованих і неструктурованих завдань. Майже всі види цих комп'ютерних систем характеризуються чіткою структурою, яка складається з трьох головних компонентів: підсистему інтерфейсу користувача; підсистему керування базою даних і підсистему керування базою моделей. Вони утворюють основу класичної структури системи підтримки прийняття рішень, завдяки якій СППР відрізняються від інших типів інформаційних систем.

В залежності від області застосування і складності прийняття рішення виділяють три класи систем підтримки прийняття рішень:

- СППР, які мають найбільші функціональні можливості і застосовуються і органах державного управління і управлінні великими компаніями при плануванні великих комплексних програм для додавання в програму розвитку різних політичних, соціальних і економічних заходів і розподілу між ними ресурсів на основі оцінки впливу для досягнення мети програми розвитку; дані СППР є системами колективного користування, тобто, спеціалісти в різних областях (експерти) формують бази знань;
- СППР, які системами індивідуального користування і бази знань яких формує сам користувач даних СППР; дані СППР використовуються державними службовцями середнього рангу і прийнятті рішень в малих і середніх компаніях;
- СППР, які пристосовуються до досвіду користувача; дані використовуються для вирішення для задач системного аналізу і управління, які часто зустрічаються під час діяльності; такі системи дають можливість прийняти

рішення задачі, використовуючи знання про прийняті в минулому рішення в схожій задачі.

Схема процесу прийняття рішення наведена на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Схема процесу прийняття рішень [8]

В процесі прийняття рішення (ППР) беруть участь:

- особа, що приймає рішення (ОПР);
- експерти;

- консультанти.

Особа, що приймає рішення – це учасник ППР, що має певні повноваження і несе відповідальність за прийняте рішення.

Експерт – це учасник ППР, що має необхідні знання для формалізації задачі прийняття рішень і не несе ніякої відповідальності за прийняте рішення.

Консультант – це учасник ППР, що формалізує ЗПР, вибирає методи прийняття рішення та допомагає в організації роботи експертів та ОПР.

Г.Саймон та А. Ньюел [9] в 1958 в рамках теорії прийняття рішення виділили 2 типи задач: структуровані та слабко структуровані задачі.

В структуровані задачах всі залежності виражені чисельно, а в слабко структурованих задачах присутні як якісні, так і кількісні залежності.

Для аналізу і визначення множини альтернатив використовуються такі методи:

- інформаційний пошук;
- інтелектуальний аналіз даних;
- пошук в базах знань;
- на основі прецедентів
- імітаційне моделювання;
- еволюційні розрахунки і генетичні алгоритми;
- нейронні мережі;
- ситуаційний аналіз;
- когнітивне моделювання.

В рамках слабкоструктурованих систем на кроці визначення множини альтернатив доцільно використовувати когнітивне моделювання [10]. Для визначення сценарії розвитку ситуації використовується імпульсне моделювання на когнітивній карті.

На теперішній час, з розвитком методів штучного інтелекту і створенням технічних засобів, які мають високу обчислювальну продуктивність та здатність опрацьовувати великі об'єми інформації за короткий час, зростає інтерес використання когнітивних технологій [11] в СППР. Когнітивні технології добре показують себе у вирішенні задач прогнозування ситуацій.

Вихідним поняттям у когнітивному моделюванні слабкоструктурованих ситуацій є поняття когнітивної карт. Когнітивну карту описують орієнтованим зваженим графом, вершини якого є базисними концептами ситуації, Концепти, які входять у логічну послідовність "якщо..." ланцюжка "якщо..., то...", впливають з позитивним, негативним або змінним знаком(залежно від додаткових умов) на концепти наслідку "то..." цього ж ланцюжка.

Когнітивне моделювання в задачах аналізу та управління слабкоструктурними системами [12] - це дослідження функціонування та розвитку слабкоструктурованих систем і ситуацій шляхом побудови моделі на основі когнітивної карти (КК). У цій моделі когнітивна карта відображає суб'єктивні індивідуальні або колективні представлення досліджуваної проблеми, ситуації, пов'язаної з функціонуванням і розвитком слабкоструктурованої системи. Основними елементами когнітивної карти є концепти і причинно-слідчі зв'язки між ними. Когнітивна карта будується на підставі суб'єктивних представлень експертів про ситуацію і призначена для аналізу структури системи і прогнозування її поведінки в різних ситуаціях для генерування кращих стратегій її поведінки.

Концепти поділяються на цільові, вхідні і проміжні. Цільові концепти це концепти, які відображають результат роботи системи. Вхідні концепти це концепти від яких залежить робота системи. Проміжні концепти допомагають показати внутрішню роботу системи.

На основі робіт Р. Аксельрода, Б. Коско, А.А. Кулинича, В.И. Максимова, Ф.С. Робертса, В.Б. Силова, Э.Ч. Толмена, А.С. Федулова [13-20] було виділено декілька різних типів когнітивних карт (рисунок 1.2).



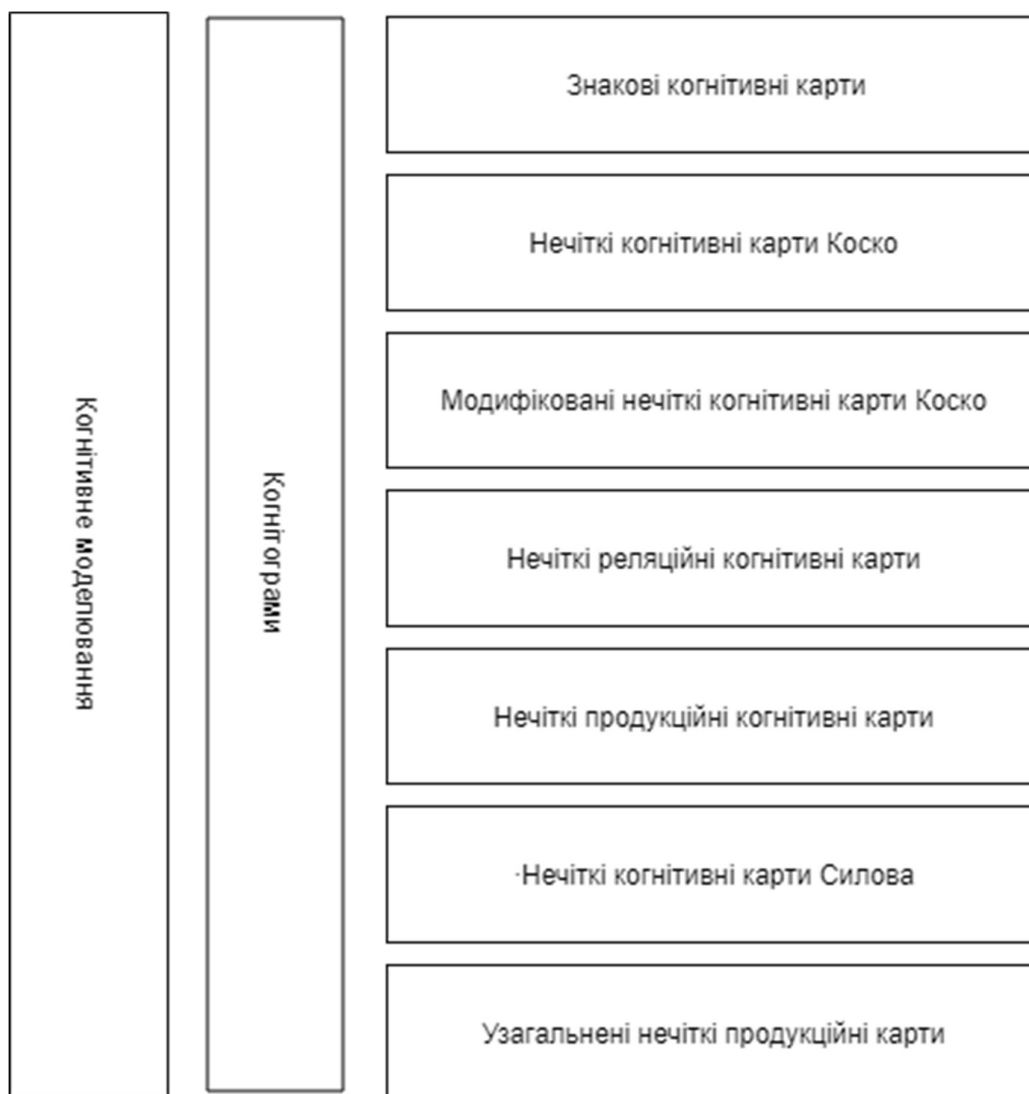


Рисунок 1.2 – Типи когнітивних карт

Виділяють декілька підходів побудови когнітивних карт [21]:

- розробка когнітивних карт займаються спеціалісти в предметній області; для роботи з експертами застосовуються різні експертні технології і методи;
- розробка когнітивних карт дослідником разом з спеціалістом в предметній області;
- розробка когнітивних карт за допомогою технології Data-mining і спеціального програмного забезпечення;

- розробка когнітивних карт на основі аналізу текстів, в яких описується предметна область;
- розробка когнітивних карт на основі дослідження існуючих теорій в даній предметній області;
- розробка когнітивних карт на основі вже розроблених.

Для розробки когнітивних карт з допомогою експертів рекомендують використовувати такі методи:

- когнітивну карту будує особа, що приймає рішення, використовуючи свої знання і не залучає сторонніх експертів та інших матеріалів;
- побудова когнітивних карт експертами з використанням різної документації по предметній області;
- побудова когнітивних карт після опитування експертів, які вміють оцінювати причинно-наслідкові зв'язки;
- побудова когнітивних карт після відкритого вибіркового опитування.

Переваги та недоліки цих методів наведено на рисунку 1.3.

Метод	Переваги	Недоліки
Побудова КК ОПР	Швидкість побудови КК	Адекватність КК залежить від кваліфікації експерта
Побудова КК експертами	Дозволяє використовувати дані, які застосовуються самим ОПР	Вивчення документації експертами – тривалий і важкий процес
Побудова КК після опитування експертів	Можливість агрегувати індивідуальні думки і базуватися на більшому діапазоні оцінок чим можливо дізнатися з документів	Важкість
Побудова КК після відкритого опитування	Можливість використання для побудови порівняльний КК	Важкість

Рисунок 1.3 – Переваги та недоліки методів для розробки когнітивних карт

Для того, щоб вирішити задачу прийняття рішення необхідно виконати такі операції:

- формування множини альтернатив [22];
- формування множини критеріїв;
- розрахунок оцінок альтернатив за критеріями;
- вибір найкращої альтернативи

В прийнятті рішень може приймати участь не тільки одна ОПР, а й група експертів. Групове рішення [23] має велику вагу в великих проектах, тому що для вирішення багатьох складних задач потрібні спеціалісти у всіх областях, які є в цих задачах.

Плюсами групового рішення задач є:

- великий запас знань. Група володіє більшою кількістю знань і інформації, чим найбільш авторитетний член цієї групи.

- більша кількість підходів. Груповий процес є більш різноманітний в підходах мислення, чим індивідуальний.
- більша активність членів. Учасники діляться інформацією один з одним і борються з невірною або спотвореною інформацією. Групове рішення включає різні думки учасників, які відстоюють свої точки зору.
- краще розуміння вибраного рішення. В груповому процесі прийняття рішення всі учасники обговорюють прийняте рішення, чому були відкинуті альтернативи.

Мінусами групового рішення задач є:

- тиск більшості;
- авторитет сильної особистості – наявність в групі людини з високим статусом часто призводить до відкидання думок інших учасників.
- психологічний самозахист – під час критики свої думки учасник починає тільки захищати свою думку і може припинити видавати нові ідеї;

## 1.2 Опис бізнес – процесів

### 1.2.1 Опис процесу діяльності

Опишемо процес діяльності при виборі найкращих альтернатив. Адміністратор створює користувачів та назначає їм ролі. Консультант створює проект і додає потрібних користувачів. ОПР задає ціль прийняття рішення. Аналітик задає список альтернатив і критеріїв. Консультант створює ієрархічну структуру прийняття рішення. Експерт задає порівнянні оцінки для критеріїв між собою та альтернатив відносно критеріїв. Після ранжування альтернатив ОПР вибирає найкращу альтернативу.

Бізнес процеси, що реалізовані в системі підтримки прийняття рішень в слабкоструктурованих системах з використанням когнітивного підходу подані у вигляді BPMN [24] діаграми, яка розміщена в графічних матеріалах, лист 1 (Діаграма бізнес процесів).

### 1.2.2 Актори і функції

Акторами система є:

- адміністратор;
- консультант;
- аналітик;
- експерт;
- ОПР.

Функціями адміністратора є створення, редагування та видалення користувачів. Також адміністратор керує ролями користувачів.

Функціями консультанта є створення проекту, додавання користувачів і створення ієрархічної структури.

Аналітик задає список критеріїв і список альтернатив для ієрархічної структури.

Експерт порівнює критерії між собою та альтернативи відносно критеріїв.

Функціями ОПР є встановлення головної цілі прийняття рішення і вибір найкращої альтернативи після оцінок експертів.

Для моделювання функціональних вимог до системи побудована діаграма варіантів використання (рисунок 1.4).

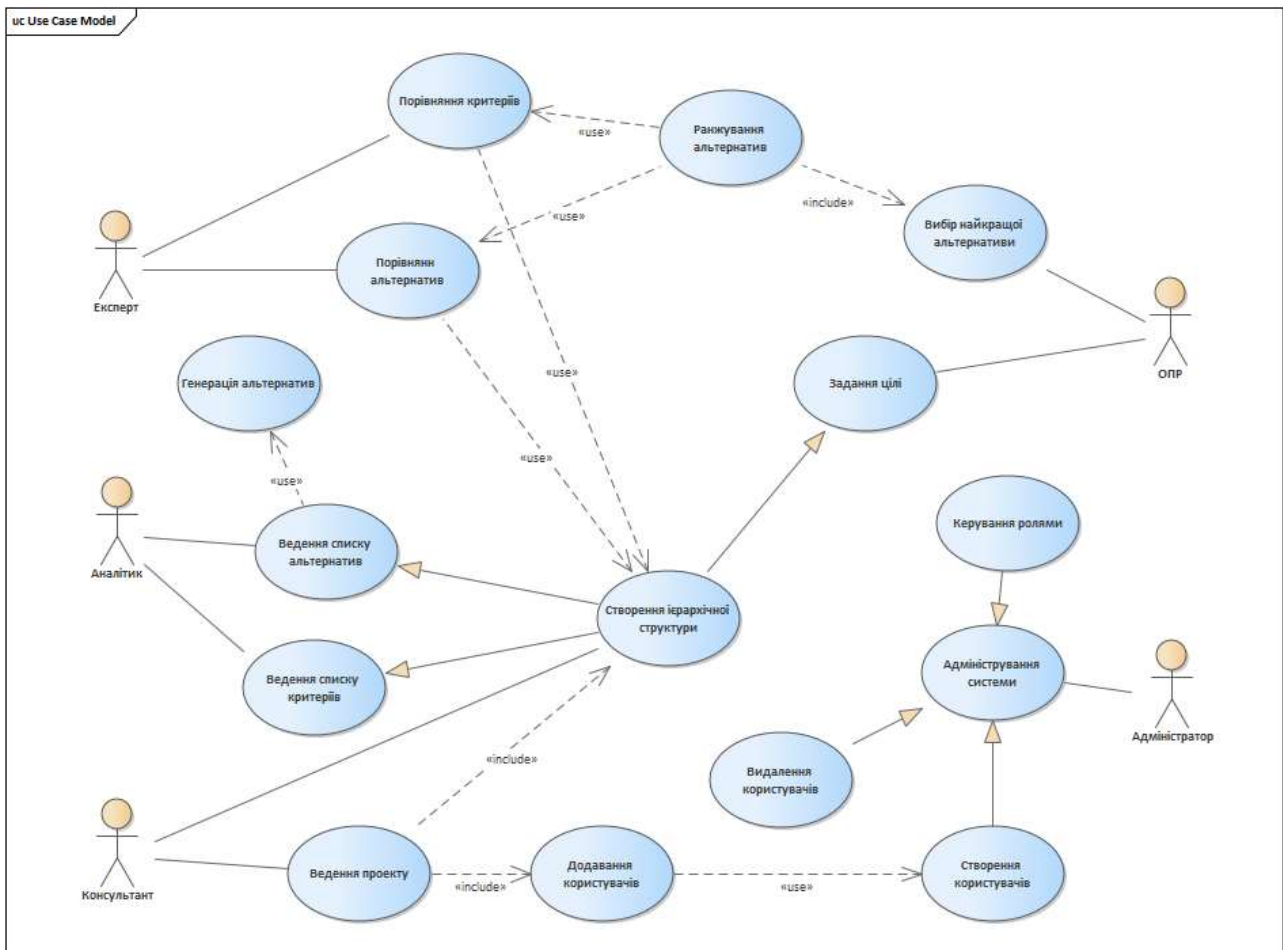


Рисунок 1.4 - Діаграма варіантів використання

### 1.3 Опис постановки задачі

Мета: полегшення прийняття рішень в слабкоструктурованих системах.

Призначення: підтримка прийняття рішень в слабкоструктурованих системах.

Задачі:

- а) ведення ролей;
- б) ведення користувачів;
- в) ведення проектів:
  - 1) ведення концептів;
  - 2) ведення альтернатив;
  - 3) задання цілі;

- 4) ведення критеріїв;
- 5) ранжування альтернатив за критеріями;
- 6) вибір найкращого розв'язку з множини альтернатив.

На сьогоднішній день через високу швидкість і доступність Інтернету та розповсюдженість мобільних гаджетів доцільно розробляти дану систему у вигляді веб-сервісу.

#### 1.4 Рішення з інформаційного забезпечення

##### 1.4.1 Вхідні дані

Вхідними даними є :

- список експертів;
- список аналітиків;
- список консультантів;
- список адміністраторів;
- ОПР;
- ціль прийняття рішення;
- список концептів;
- список критеріїв;
- список альтернатив.

Альтернатива подається у вигляді списку концептів і їх значень.

##### 1.4.2 Вихідні дані

Вихідними даними є:

- оцінки альтернатив;
- найкраща альтернатива.

##### 1.4.3 Опис структури бази даних

Веб-сервіс, що розробляється, будується за тривірневою клієнт-серверною архітектурою, згідно з якою дані зберігаємо на сервері бази даних.

На рисунок 1.5 наведена схема бази даних.

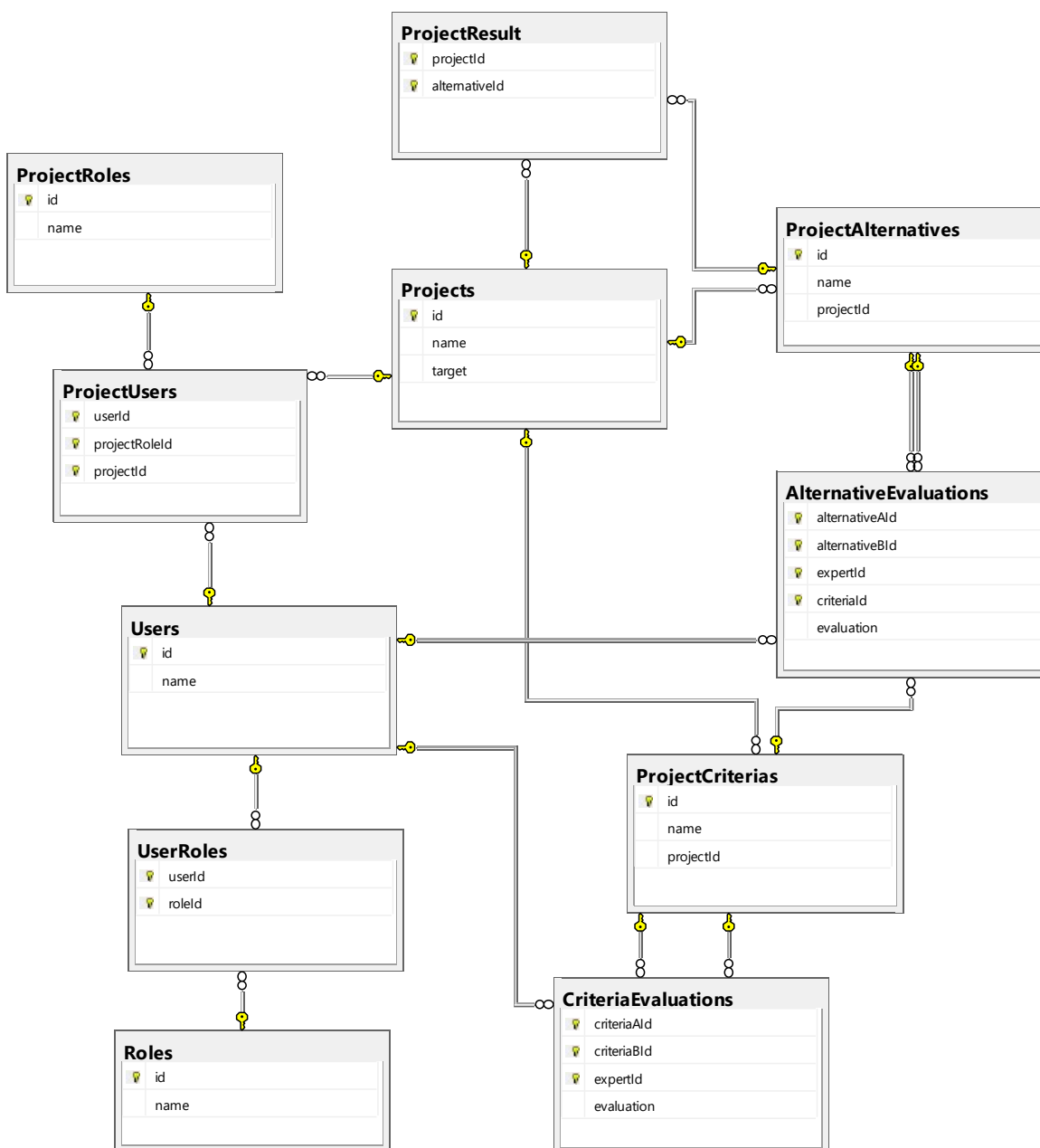


Рисунок 1.5 – Схема бази даних

Нижче приведений опис таблиц логічної структури (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Опис логічної структури бази даних

Назва таблиці	Призначення
Users	Таблиця користувачів
Roles	Таблиця системних ролей



## Продовження таблиці 1.1

UserRoles	Таблиця ролей користувачів
ProjectRoles	Таблиця ролей проекту
Projects	Таблиця проектів
ProjectUsers	Таблиця користувачів у проекті
ProjectAlternatives	Таблиця альтернатив у проекті
ProjectCriterias	Таблиця критеріїв у проекті
AlternativeEvaluation	Таблиця оцінок альтернатив
CriteriaEvaluation	Таблиця оцінок критеріїв
ProjectResult	Таблиця результатів проекту

Всі таблиці бази даних представлені у табличному форматі: ім'я таблиці, назва стовпця, тип даних та детальна інформація (таблиці 1.2 – 1.11).

Таблиця 1.2 – Опис структури таблиці користувачів

Назва таблиці	Назва стовпця	Тип даних	Детальна інформація
Users	Id	Int	Ідентифікатор користувача
	Name	Nvarchar	Ім'я користувача

Таблиця 1.3 – Опис структури таблиці ролей

Назва таблиці	Назва стовпця	Тип даних	Детальна інформація
Roles	Id	Int	Ідентифікатор ролі
	Name	Nvarchar	Назва ролі

Таблиця 1.4 – Опис структури таблиці ролей користувачів

Назва таблиці	Назва стовпця	Тип даних	Детальна інформація
UserRoles	UserId	Int	Ідентифікатор користувача
	RoleId	Int	Ідентифікатор ролі

Таблиця 1.5 – Опис структури таблиці ролей проекту

Назва таблиці	Назва стовпця	Тип даних	Детальна інформація
ProjectRoles	Id	Int	Ідентифікатор ролі
	Name	Nvarchar	Назва ролі

Таблиця 1.6 – Опис структури таблиці проектів

Назва таблиці	Назва стовпця	Тип даних	Детальна інформація
Projects	Id	Int	Ідентифікатор проекту
	Name	Nvarchar	Назва проекту
	Target	Nvarchar	Ціль проекту

Таблиця 1.6 – Опис структури таблиці користувачів у проекті

Назва таблиці	Назва стовпця	Тип даних	Детальна інформація
ProjectUsers	UserId	Int	Ідентифікатор користувача
	ProjectRoleId	Int	Ідентифікатор ролі
	ProjectId	Int	Ідентифікатор проекту

Таблиця 1.7 – Опис структури таблиці альтернатив у проекті

Назва таблиці	Назва стовпця	Тип даних	Детальна інформація
ProjectAlternatives	Id	Int	Ідентифікатор альтернативи

## Продовження таблиці 1.7

	Name	Nvarchar	Назва альтернативи
	ProjectId	Int	Ідентифікатор проекту

Таблиця 1.8 – Опис структури таблиці критеріїв у проекті

Назва таблиці	Назва стовпця	Тип даних	Детальна інформація
ProjectCriteria	Id	Int	Ідентифікатор критерія
	Name	Nvarchar	Назва критерія
	ProjectId	Int	Ідентифікатор проекту

Таблиця 1.9 – Опис структури таблиці оцінок альтернатив

Назва таблиці	Назва стовпця	Тип даних	Детальна інформація
AlternativeEvaluation	AlternativeAId	Int	Ідентифікатор першої альтернативи
	AlternativeBId	Int	Ідентифікатор другої альтернативи
	ExpertId	Int	Ідентифікатор експерта
	CriteriaId	Int	Ідентифікатор критерія
	Evaluation	float	Оцінка

Таблиця 1.10 – Опис структури таблиці оцінок критеріїв

Назва таблиці	Назва стовпця	Тип даних	Детальна інформація
CriteriaEvaluation	CriteriaAId	Int	Ідентифікатор першого критерія
	CriteriaBId	Int	Ідентифікатор другого критерія
	ExpertId	Int	Ідентифікатор експерта
	Evaluation	float	Оцінка

Таблиця 1.11 – Опис структури таблиці результатів проекту

Назва таблиці	Назва стовпця	Тип даних	Детальна інформація
ProjectResult	ProjectId	Int	Ідентифікатор проекту
	AlternativeId	Int	Ідентифікатор альтернативи

### Висновки

В даному розділі описане предметне середовище, був розглянутий процес діяльності в системі, описані ролі користувачів системи та дії, які можуть виконувати різні групи користувачів у системі, сформульовані призначення. Описана мета системи та задачі, які потрібно вирішити для досягнення поставлених цілей. Визначені варіанти використання системи та вимоги до функціоналу системи.

## 2 МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

### 2.1 Змістовна постановка задачі

Метод аналізу ієрархій Сааті [25], незважаючи на свою популярність і розповсюдженість, має великий недолік. Даний метод не дозволяє в повній мірі оброблювати невизначеності і неточності. В слабкоструктурованих системах дуже складно або неможливо отримати від експерта чітке числове вираження його порівняльних суджень. Недостатня кількість інформації чи знань, а також складність слабкоструктурованих систем спричиняє невизначеність надання переваги тим чи іншим елементам системи. Тому існує потреба в модифікації класичного методу аналізу ієрархій, а саме можливість надавати оцінку в нечіткому інтервальному вигляді.

### 2.2 Математична модель

Дано:

$A = \{A_i | i = \overline{1, n}\}$  – множина альтернатив,

$E = \{E_j | j = \overline{1, m}\}$  – множина експертів,

$C = \{C_k | k = \overline{1, l}\}$  – множина критеріїв,

$M^C = \{(M_j^C) | j = \overline{1, m}\}$  – множина матриць парних порівнянь критеріїв, де

$M_j^C = \{(a_{ik}) | i, k = \overline{1, l}, j = \overline{1, m}\},$

де  $(a_{ik}) = [a^L: a^U]$  – результат порівняння, з використанням інтервальної шкали, критеріїв  $C_i$  і  $C_k$  експертом  $E_j$ .

$M^A = \{(M_{jk}^A) | j = \overline{1, m}, k = \overline{1, l}\}$  – множина матриць парних порівнянь альтернатив відносно критеріїв,

де  $M_{jk}^A = \{(b_{id}) | i, d = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, k = \overline{1, l}\},$

де  $(b_{id}) = [b^L : b^U]$  – результат порівняння, з використанням інтервальної шкали, альтернатив  $A_i$  і  $A_d$  відносно критерія  $C_k$  експертом  $E_j$ .

$$P = \{(p_{ij}) | i, j = \overline{1, n}\},$$

де  $p_{ij} = (A_i \succcurlyeq A_j)$  – ступінь переваги глобальної ваги альтернативи  $A_i$  над  $A_j$

Необхідно знайти найкращу альтернативу  $A^* = \arg \max_{i=1 \dots n} \sum_{j=1}^n p_{ij}$

### 2.3 Огляд методів розв'язання

На сьогоднішній день для вирішення задач прийняття рішень з великою кількістю критеріями існує багато методів:

- а) методи приведення критеріїв до одного:
  - 1) метод головної компоненти,
  - 2) комплексного критерію,
  - 3) справедливого компромісу,
  - 4) Гермейера,
  - 5) побудови і аналізу множини Еджворта – Парето.
- б) методи дослідження психологічних особливостей ОНР:
  - 1) багатокритеріальна теорія корисності,
  - 2) метод аналізу ієрархій,
  - 3) методи ранжирування багатокритеріальних альтернатив.

Для вирішення завдання вибору оптимального рішення в слабкоструктурованих ситуаціях більш доцільним вважається використання методів, які базуються на дослідженні психологічних особливостей ОНР. З цих методів найбільш поширеним і простим для сприйняття є метод аналізу ієрархій(МАІ). Але даний метод не дозволяє повністю описати невизначеність системи переваг ОНР.

Класичний метод аналізу ієрархії (МАІ)[24], запропонований Т.Л. Сааті, зводить дослідження складних систем до послідовності попарних порівнянь їх окремих елементів. Одним з найбільших недоліків класичного МАІ є можливість

обробки лише точних експертних оцінок, що в більшості випадків неможливо при вирішенні практичних завдань, які характеризуються наявністю концептуальної невизначеності і багатофакторних ризиків в слабкоструктурованих системах.

Неточність в оцінках експертів і пов'язані з нею ризики можна задати наступними способами:

- за допомогою точкових оцінок і функції розподілу ймовірності;
- за допомогою інтервальних оцінок без розподілу ймовірностей.

Розподіл усіх точкових оцінок і функцій розподілу забезпечує створення кількох модифікацій МАІ, які називаються стохастичними МАІ. метод інтервальних оцінок ОПР призводить до необхідності використання інтервальних і нечітких методів знаходження ваг і до розробки модифікованих МАІ на основі нечітких експертних оцінок.

#### 2.4 Адаптація методу аналізу ієрархій до розв'язання задачі

У традиційному методі аналізу ієрархій був використовується дерево критеріїв. Для кожного критерія визначаються коефіцієнти важливості. Альтернативи порівнюються між собою за кожним критерієм. Способом визначення коефіцієнтів важливості критеріїв і альтернатив є парне порівняння. Результат таких порівнянь задається, з використанням бальної шкали. Використовуючи такі парні порівняння обчислюються коефіцієнти важливості критеріїв, оцінки альтернатив і знаходиться загальна оцінка, яка є зваженою сумою оцінок критеріїв. Використання бального оцінювання не дозволяє описувати невизначеність системи переваг ОПР або приймати групові рішення. З метою вирішення поставленого завдання запропоновано модифікований метод аналізу ієрархій, який базується на використанні інтервальних оцінок переваги критеріїв і альтернатив [26].

#### 2.5 Розробка алгоритму розв'язання

Вдосконалений метод аналізу ієрархій містить наступні дев'ять етапів.

**Етап 1.** Створення ієрархічної структури прийняття рішення у вигляді, представленому на рисунку 2.1):

- 1) ціль;
- 2) критерії;
- 3) альтернативи.

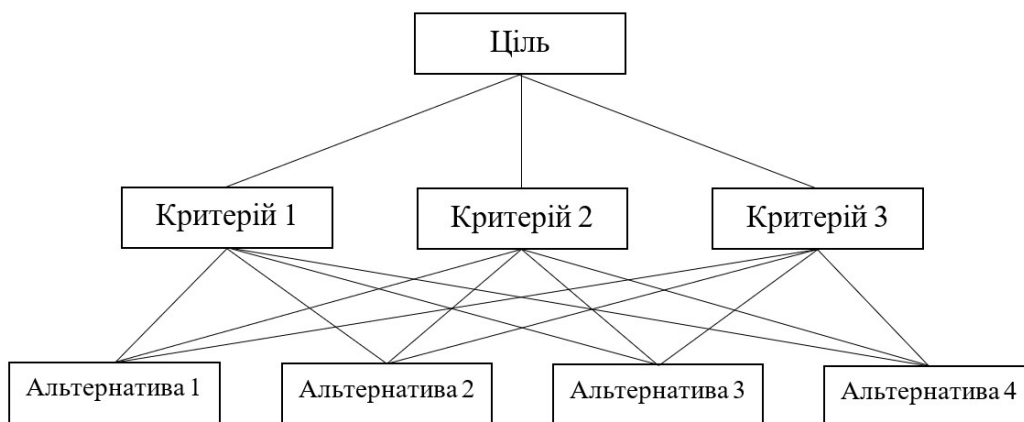


Рисунок 2.1 – Ієрархічна структура прийняття рішення

**Етап 2.** Заповнення матриць порівнянь критеріїв та альтернатив відносно критеріїв експертами.

Для парного порівняння параметрів об'єктів в методі аналізу ієрархій використовується шкала[25], яка представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Шкала оцінок

Ступінь	Визначення	Пояснення
1	Однакова значимість	Дві дії вносять однаковий внесок у досягнення мети
3	Слабка перевага	Досвід і судження дають легку перевагу одній дії перед іншою.
5	Сильна перевага	Досвід і судження дають сильну перевагу одній дії перед іншою.
7	Дуже сильна перевага	Перевага однієї дії перед іншою дуже сильна, практично явно
9	Абсолютна перевага	Аргументи на користь переваги однієї дії над іншою надзвичайно переконливі
2,4,6,8	Проміжні значення	Ситуація, коли необхідне компромісне рішення



**Етап 3.** Якщо прийняття рішення відбувається групою експертів, то відбувається агрегування матриць парних порівнянь, за формулами

$$a_{ij} = [a_{ij}^L : a_{ij}^U] = [\min\{a_{ij}^{Lk}\} : \max\{a_{ij}^{Uk}\}],$$

$$b_{ij}^g = [b_{ij}^{Lg} : b_{ij}^{Ug}] = [\min\{b_{ij}^{Lkg}\} : \max\{b_{ij}^{Ukg}\}],$$

де  $a_{ij}^{Lk}, a_{ij}^{Uk}$  – нижня і верхня межа інтервальної оцінки переваги критерія  $C_i$  над  $C_j$  критерієм експерта  $E_k$ .

$b_{ij}^{Lkg}, b_{ij}^{Ukg}$  – нижня і верхня межа інтервальної оцінки переваги альтернативи  $A_i$  над альтернативою  $A_j$  відносно критерія  $C_g$  експертом  $E_k$ .

**Етап 4.** Розрахунок відносних ваг критеріїв методом середнього геометричного за формулою

$$w_i = \frac{\sqrt[l]{\prod_{j=1}^l a_{ij}}}{\sum_{i=1}^l \sqrt[l]{\prod_{j=1}^l a_{ij}}},$$

де  $w_i$  – інтервальна оцінка відносної ваги критерія  $C_i$ .

**Етап 5.** Розрахунок відносних ваг альтернатив відносно критеріїв методом середнього геометричного за формулою

$$v_{ik} = \frac{\sqrt[l]{\prod_{j=1}^l b_{ij}^k}}{\sum_{i=1}^l \sqrt[l]{\prod_{j=1}^l b_{ij}^k}},$$

де  $v_{ik}$  – інтервальна оцінка відносної ваги альтернативи  $A_i$  відносно критерія  $C_k$ .

**Етап 6.** Розрахунок глобальних ваг альтернатив за формулою

$$q(A_i) = \sum_{j=1}^l w_j v_{ij},$$

де  $q(A_i)$  – інтервальна глобальна оцінка альтернативи  $A_i$

**Етап 7.** Розрахунок ступенів переваги за формулою

$$p_{ij} = p(q(A_i) \gtrsim q(A_j)) = \max(1 - \max(\frac{y^U - x^L}{(x^U - x^L) + (y^U - y^L)}, 0), 0),$$

де  $q(A_i) = [x^L : x^U]$ ,  $q(A_j) = [y^L : y^U]$  – інтервальні глобальні оцінки альтернатив  $A_i$  і  $A_j$ .

**Етап 8.** Розрахунок узагальнених ступенів переваги за формулою

$$p_i = \sum_j^l p_{ij},$$

**Етап 9.** Вибір найкращої альтернативи

$$A^* = \arg \max_{i=1 \dots l} p_i.$$

Арифметичні операції з інтервальними оцінками виконуються за формулами:

$$a + b = c = [c_1 : c_2] = [a_1 + b_1 : a_2 + b_2],$$

$$a \times b = c = [c_1 : c_2] = [\min \{a_i \times b_j\} : \max \{a_i \times b_j\}],$$

$$\sqrt[n]{a} = c = [c_1 : c_2] = [\min \{\sqrt[n]{a_i}\} : \max \{\sqrt[n]{a_i}\}],$$

$$\frac{1}{a} = c = [c_1 : c_2] = [\min \{\frac{1}{a_i}\} : \max \{\frac{1}{a_i}\}],$$

де  $a, b$  і  $c$  – інтервальні оцінки.

Блок-схема запропонованого алгоритму наведена в графічних матеріалах, лист 2 (Блок-схема алгоритму підтримки прийняття рішення).

## 2.6 Приклад роботи алгоритму

На рисунку 2.2 зображена когнітивна карта рівня задоволення життям.

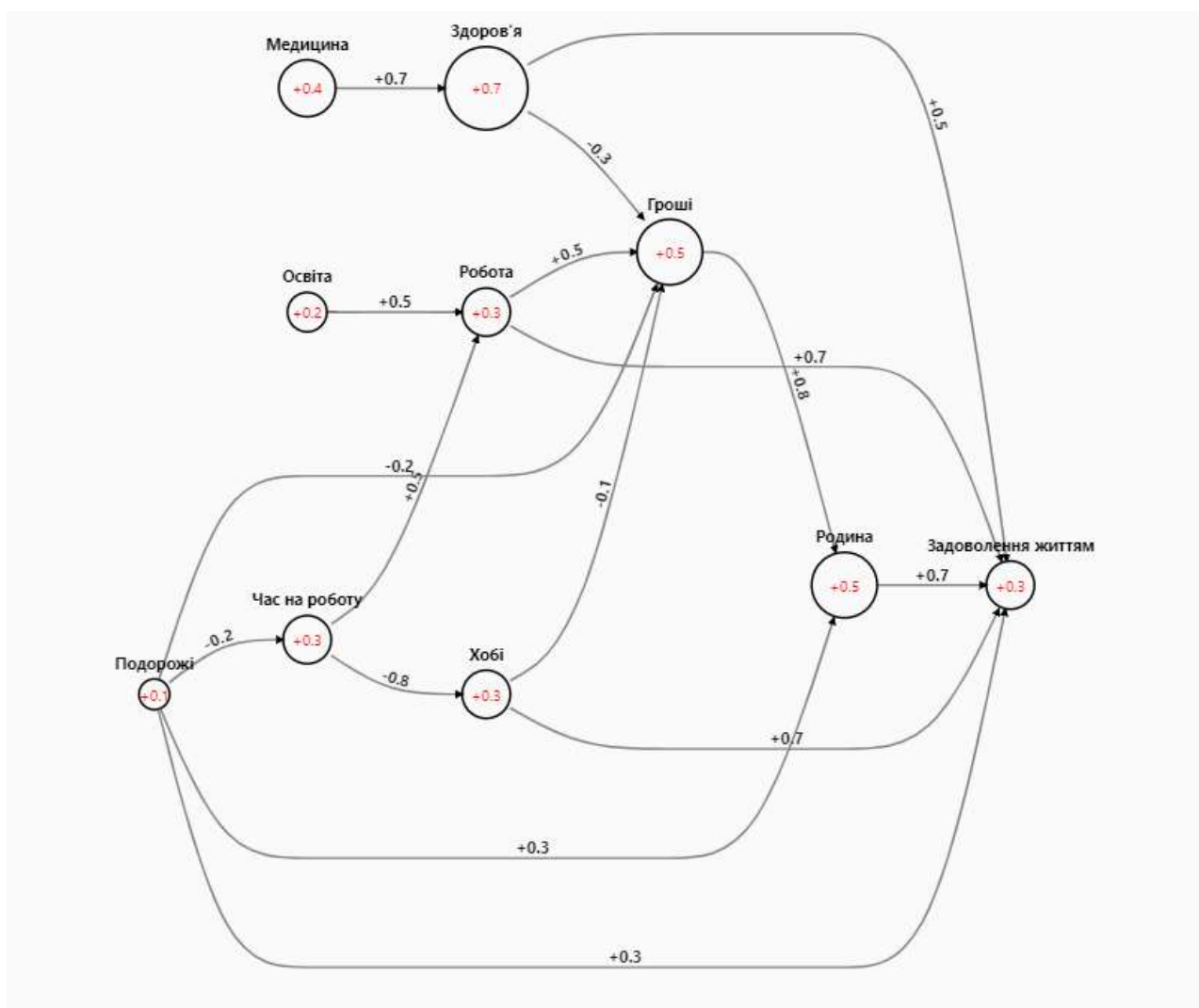


Рисунок 2.2 – Когнітивна карта рівня життя.

В представленій КК задіяні концепти, що наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Список концептів

Номер	Назва	Опис
Кц1	Задоволення життям	Рівень задоволеності власним життям
Кц2	Родина	Стан сімейного благополуччя
Кц3	Хобі	Хобі
Кц4	Час на роботу	Час, що витрачається людиною на роботу
Кц5	Подорожі	Інтенсивність подорожування

## Продовження таблиці 2.2

Кц6	Освіта	Рівень освіти
Кц7	Робота	Успіхи в роботі
Кц8	Гроші	Рівень забезпеченості
Кц9	Медицина	Рівень медицини
Кц10	Здоров'я	Рівень здоров'я

**Етап 1.** Створення ієрархічної структури прийняття рішення

Ціль прийняття рішень – вищий рівень життя.

Список критеріїв представлений у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Список критеріїв

Номер	Назва
K1	Задоволення життям
K2	Кількість грошей
K3	Рівень здоров'я
K4	Задоволення роботою

Список альтернатив, знайдений методом імпульсного моделювання, представлений у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Список альтернатив

Альтернатива – А1		Альтернатива – А2		Альтернатива – А3		Альтернатива – А4	
Концепт	Значення	Концепт	Значення	Концепт	Значення	Концепт	Значення
Кц1	0,426	Кц1	0,501	Кц1	0,369	Кц1	0,634
Кц2	0,529	Кц2	0,586	Кц2	0,499	Кц2	0,63
Кц3	0,308	Кц3	0,308	Кц3	0,324	Кц3	0,316

Продовження таблиці 2.4

Кц4	0,29	Кц4	0,29	Кц4	0,27	Кц4	0,28
Кц5	0,15	Кц5	0,15	Кц5	0,25	Кц5	0,2
Кц6	0,4	Кц6	0,6	Кц6	0,2	Кц6	0,8
Кц7	0,395	Кц7	0,495	Кц7	0,285	Кц7	0,59
Кц8	0,516	Кц8	0,587	Кц8	0,439	Кц8	0,623
Кц9	0,5	Кц9	0,4	Кц9	0,5	Кц9	0,4
Кц10	0,77	Кц10	0,7	Кц10	0,77	Кц10	0,7

Список експертів представлений у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Список експертів

Номер	Назва
Е1	Експерт 1
Е2	Експерт 2
Е3	Експерт 3
Е4	Експерт 4

**Етап 2.** Заповнення матриць порівнянь для критеріїв та альтернатив відносно критеріїв експертами.

В таблиці 2.6 наведені МПП для критеріїв експертами Е1-Е4 відповідно.

Таблиця 2.6 – МПП для критеріїв експертів Е1-Е4

Е1	К1	К2	К3	К4
К1	1	[1;2]	[2;4]	[3;5]
К2	[0,5;1]	1	[1;2]	[2;4]

Е2	К1	К2	К3	К4
К1	1	[2;2]	[3;4]	[4;6]
К2	[0,5;0,5]	1	[1;2]	[3;5]

## Продовження таблиці 2.6

K3	[0,25;0,5]	[0,5;1]	1	[1;2]
K4	[0,2;0,33]	[0,25;0,5]	[0,5;1]	1

K3	[0.25;0.33]	[0,5;1]	1	[2;3]
K4	[0,17;0,25]	[0,2;0,33]	[0,33;0,5]	1

E3	K1	K2	K3	K4
K1	1	[1;2]	[2;3]	[4;5]
K2	[0,5;1]	1	[2;3]	[4;5]
K3	[0,33;0,5]	[0,33;0,5]	1	[3;4]
K4	[0,2;0,25]	[0,2;0,25]	[0,25;0,33]	1

E4	K1	K2	K3	K4
K1	1	[1;2]	[2;3]	[3;5]
K2	[0,5;1]	1	[1;2]	[3;4]
K3	[0,33;0,5]	[0,5;1]	1	[1;2]
K4	[0,2;0,33]	[0,25;0,33]	[0,5;1]	1

В таблиці 2.7-2.10 наведені МПП для альтернатив A1-A4 відносно критеріїв K1-K4 експертами E1-E4.

Таблиця 2.7 – МПП для альтернатив A1-A4 відносно критеріїв K1-K4 експертом E1

E1/K1	A1	A2	A3	A4
A1	1	[0.25;0.5]	[2;5]	[0.2;0.33]
A2	[2;4]	1	[3;5]	[0.5;1]
A3	[0.2;0.5]	[0.2;0.33]	1.00	[0.2;0.5]
A4	[3.03;5]	[1;2]	[2;5]	1

E1/K2	A1	A2	A3	A4
A1	1	[0.33;0.5]	[2;3]	[0.17;0.25]
A2	[2;3.03]	1	[6;7]	[0.1;0.5]
A3	[0.33;0.5]	[0.14;0.17]	1	[0.11;0.14]
A4	[4;5.88]	[2;10]	[7.14;9.09]	1

## Продовження таблиці 2.7

E1/K3	A1	A2	A3	A4	E1/K4	A1	A2	A3	A4
A1	1	[1;3]	[1;1]	[1;3]	A1	1	[0.25;0.5]	[2;4]	[0.2;0.33]
A2	[0.33;1]	1	[0.33;1]	[1;1]	A2	[2;4]	1	[3;5]	[0.33;1]
A3	[1;1]	[1;3.03]	1.00	[1;3]	A3	[0.25;0.5]	[0.2;0.33]	1.00	[0.14;0.2]
A4	[0.33;1]	[1;1]	[0.33;1]	1	A4	[3.03;5]	[1;3.03]	[5;7.14]	1

Таблиця 2.8 – МПП для альтернатив A1-A4 відносно критеріїв K1-K4 експертом E2

E2/K1	A1	A2	A3	A4	E2/K2	A1	A2	A3	A4
A1	1	[0.33;0.5]	[2;5]	[0.2;0.25]	A1	1	[0.33;0.5]	[2;3]	[0.17;0.25]
A2	[2;3.03]	1	[3;5]	[0.5;1]	A2	[2;3.03]	1	[6;7]	[0.1;0.5]
A3	[0.2;0.5]	[0.2;0.33]	1	[0.2;0.5]	A3	[0.33;0.5]	[0.14;0.17]	1	[0.11;0.14]
A4	[4;5]	[1;2]	[2;5]	1	A4	[4;5.88]	[2;10]	[7.14;9.09]	1

E2/K3	A1	A2	A3	A4	E2/K4	A1	A2	A3	A4
A1	1	[2;3]	[1;1]	[2;3]	A1	1	[0.33;0.5]	[2;3]	[0.25;0.33]
A2	[0.33;0.5]	1	[0.33;0.5]	[1;1]	A2	[2;3.03]	1	[4;5]	[0.33;0.5]

## Продовження таблиці 2.8

A3	[1;1]	[2;3.03]	1	[2;3]	A3	[0.33;0.5]	[0.2;0.25]	1	[0.13;0.2]
A4	[0.33;0.5]	[1;1]	[0.33;0.5]	1	A4	[3.03;4]	[2;3.03]	[5;8]	1

Таблиця 2.9 – МПП для альтернатив A1-A4 відносно критеріїв K1-K4 експертом E3

E3/K1	A1	A2	A3	A4	E3/K2	A1	A2	A3	A4
A1	1	[0.2;0.33]	[2;5]	[0.17;0.25]	A1	1	[0.25;0.33]	[2;3]	[0.17;0.22]
A2	[3.03;5]	1	[3;5]	[0.25;0.33]	A2	[3.03;4]	1	[6;7]	[0.1;0.33]
A3	[0.2;0.5]	[0.2;0.33]	1	[0.17;0.25]	A3	[0.33;0.5]	[0.14;0.17]	1	[0.11;0.13]
A4	[4;5.88]	[3.03;4]	[4;5.88]	1	A4	[4.55;5.88]	[3.03;10]	[8;9.09]	1

E3/K3	A1	A2	A3	A4	E3/K4	A1	A2	A3	A4
A1	1	[1;2]	[1;1]	[1;2]	A1	1	[0.33;0.33]	[3;4]	[0.2;0.25]
A2	[0.5;1]	1	[0.5;1]	[1;1]	A2	[3.03;3.03]	1	[3;4]	[0.33;0.5]
A3	[1;1]	[1;2]	1	[1;2]	A3	[0.25;0.33]	[0.25;0.33]	1	[0.13;0.2]
A4	[0.5;1]	[1;1]	[0.5;1]	1	A4	[4;5]	[2;3.03]	[5;8]	1



Таблиця 2.10 – МПП для альтернатив A1-A4 відносно критеріїв K1-K4 експертом E4

E4/K1	A1	A2	A3	A4	E4/K2	A1	A2	A3	A4
A1	1	[0.33;0.33]	[2;5]	[0.2;0.25]	A1	1	[0.25;0.5]	[2;2]	[0.2;0.25]
A2	[3.03;3.03]	1	[3;5]	[0.5;1]	A2	[2;4]	1	[6;7]	[0.33;0.5]
A3	[0.2;0.5]	[0.2;0.33]	1	[0.17;0.25]	A3	[0.5;0.5]	[0.14;0.17]	1	[0.11;0.14]
A4	[4;5]	[1;2]	[4;5.88]	1	A4	[4;5]	[2;3.03]	[7.14;9.09]	1

E4/K3	A1	A2	A3	A4	E4/K4	A1	A2	A3	A4
A1	1	[2;3]	[1;1]	[2;3]	A1	1	[0.25;0.5]	[2;3]	[0.2;0.25]
A2	[0.33;0.5]	1	[0.5;0.5]	[1;1]	A2	[2;4]	1	[3;5]	[0.33;0.5]
A3	[1;1]	[2;2]	1	[2;3]	A3	[0.33;0.5]	[0.2;0.33]	1	[0.13;0.2]
A4	[0.33;0.5]	[1;1]	[0.33;0.5]	1	A4	[4;5]	[2;3.03]	[5;8]	1

**Етап 3.** Агрегування матриць парних порівнянь

В таблицях 2.11-2.12 наведені агреговані МПП для критеріїв та альтернатив відносно критеріїв

Таблиця 2.11 – Агрегована МПП для критеріїв K1-K4

	K1	K2	K3	K4
K1	1	[1,2]	[2,4]	[3,6]

Продовження таблиці 2.11

K2	[0,5,1]	1	[1,3]	[2,5]
K3	[0,25,0,5]	[0,33,1]	1	[1,4]
K4	[0,17,0,33]	[0,2,0,5]	[0,25,1]	1

Таблиця 2.12 – Агреговані МПП для альтернатив A1-A4 відносно критеріїв K1-K4

K1	A1	A2	A3	A4	K2	A1	A2	A3	A4
A1	1	[0.2;0.5]	[2;5]	[0.17;0.33]	A1	1	[0.25;0.5]	[2;3]	[0.17;0.25]
A2	[2;5]	1	[3;5]	[0.25;1]	A2	[2;4]	1	[6;7]	[0.1;0.5]
A3	[0.2;0.5]	[0.2;0.33]	1	[0.17;0.5]	A3	[0.33;0.5]	[0.14;0.17]	1	[0.11;0.14]
A4	[3.03;5.88]	[1;4]	[2;5.88]	1	A4	[4;5.88]	[2;10]	[7.14;9.09]	1

K3	A1	A2	A3	A4	K4	A1	A2	A3	A4
A1	1	[1;3]	[1;1]	[1;3]	A1	1	[0.25;0.5]	[2;4]	[0.2;0.33]
A2	[0.33;1]	1	[0.33;1]	[1;1]	A2	[2;4]	1	[3;5]	[0.33;1]
A3	[1;1]	[1;3.03]	1	[1;3]	A3	[0.25;0.5]	[0.2;0.33]	1	[0.13;0.2]
A4	[0.33;1]	[1;1]	[0.33;1]	1	A4	[3.03;5]	[1;3.03]	[5;8]	1

**Етап 4.** Розрахунок відносних ваг критеріїв методом середнього геометричного

В таблиці 2.13 наведені відносні ваги критеріїв К1-К4.

Таблиця 2.13 – Відносні ваги критеріїв

Критерій	Відносна вага
К1	[0,69,0,86]
К2	[0,23,0,13]
К3	[0,06,0,01]
К4	[0,0192,0,0001]

**Етап 5.** Розрахунок відносних ваг альтернатив відносно критеріїв

В таблиці 2.14 наведені відносні ваги альтернатив А1-А4 відносно критеріїв К1-К4

Таблиця 2.14 – Відносні ваги альтернатив відносно критеріїв

Критерій	Альтернатива	Відносна вага
К1	A1	[0.0089;0.005]
	A2	[0.1965;0.1522]
	A3	[0.0009;0.0005]
	A4	[0.7937;0.8422]
К2	A1	[0.0015;0.0007]
	A2	[0.0205;0.0255]
	A3	[0.0001;0]
	A4	[0.9779;0.9738]
К3	A1	[0.4509;0.448]
	A2	[0.0491;0.0498]
	A3	[0.4509;0.4525]

Продовження таблиці 2.14

	A4	[0.0491;0.0498]
K4	A1	[0.0058;0.0047]
	A2	[0.1149;0.141]
	A3	[0.0004;0.0002]
	A4	[0.8789;0.8542]

**Етап 6.** Розрахунок глобальних ваг альтернатив

В таблиці 2.15 наведені глобальні ваги альтернатив.

Таблиця 2.15 – Глобальні ваги альтернатив

Альтернатива	Глобальна вага
A1	[0.0306;0.0337]
A2	[0.1166;0.1455]
A3	[0.0275;0.0277]
A4	[0.7924;0.8245]

**Етап 7.** Розрахунок узагальнених ступенів переваги

В таблиці 2.16 наведені узагальнені ступені переваги.

Таблиця 2.16 – Узагальнені ступені переваги

	A1	A2	A3	A4	$\Sigma$
A1	1	0	1	0	2
A2	1	1	1	0	3
A3	0	0	1	0	1
A4	1	1	1	1	4

### **Етап 8. Вибір найкращої альтернативи**

За результатами представленими в таблиці 2.16 найкращою альтернативою є А4.

### **Висновки**

В даному розділі наведені змістовна та математична постановки задачі підтримки прийняття рішень, а також проведений огляд доступних методів розв'язання задачі прийняття рішень з багатьма критеріями. Розглянуто недоліки методу аналізу ієрархій Сааті в слабкоструктурованих системах. Запропоновано модифікацію МАІ для нечіткої інтервальної оцінки критеріїв та альтернатив.

Також в даному розділі наведено приклад роботи модифікованого алгоритму.

### 3 ОПИС ПРОГРАМНОГО ТА ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

#### 3.1 Засоби розробки

Реалізація серверної частини веб-додатку була виконана за допомогою мови програмування C# з використанням технології ASP.Core 2.1 [27].

C# розроблена та запущена Microsoft у 2001 році. C# - це проста, сучасна та об'єктно-орієнтована мова, яка забезпечує сучасні розробники гнучкістю та можливостями для створення програмного забезпечення, яке не тільки працюватиме сьогодні, але буде застосовуватися в майбутньому [28].

Основними характеристиками C# є:

- сучасність і легкість;
- швидкість;
- відкритий код;
- кросплатформеність;
- безпечність;
- універсальність.

C# була розроблена для створення всіх видів програмного забезпечення за допомогою однієї єдиної мови програмування.

C# забезпечує функціональність для підтримки сучасної розробки програмного забезпечення. C# підтримує потреби в розробці веб, мобільних пристроїв та додатків. C# підтримує генеріс типи, типи var, автоматичну ініціалізацію типів і колекцій, лямбда-вирази, динамічне програмування, асинхронне програмування, кортежі та обробку винятків тощо.

ASP.NET Core - це відкритий та крос-платформний фреймворк для створення сучасних хмарних програм, підключених до Інтернету, таких як веб-додатки, програми IoT та мобільні програми. Програми ASP.NET Core запускаються на .NET Core - вільному, кросплатформенному та відкритому коді програми. Він був розроблений, щоб забезпечити оптимізовану структуру розробки для додатків, які

розгорнуті на серверах або запущені локально. Він складається з модульних компонентів з мінімальними витратами, тому зберігається гнучкість при конструюванні рішень. ASP.NET Core дозволяє запускати додатки на різних платформах: Windows, Mac та Linux.

ASP.NET Core має наступні переваги:

- єдине рішення для створення веб-інтерфейсу користувача і веб-апі;
- полегшене тестування;
- Razor Pages для простішого і ефективнішого створення кодів сценаріїв сторінок [29];
- Blazor дозволяє використовувати *c#* замість JavaScript в браузері разом з використанням серверної і клієнтської логіки додатку [30];
- можливість розгортання в ОС Windows, macOS і Linux;
- відкритий код;
- інтеграції сучасних клієнтських платформ;
- хмарна система конфігурації;
- підтримка RPC;
- вбудоване dependency injection;
- спрощений модульний конвеєр HTTP запитів;
- управління паралельними версіями.

Для реалізації графічного інтерфейсу користувача були використані HTML, CSS, JavaScript, Angular 6.

HTML це мова розмітки гіпертексту. Це дозволяє користувачеві створювати та структурувати розділи, абзаци, заголовки, посилання та блок-котирування для веб-сторінок та додатків.

HTML не є мовою програмування, тобто він не має можливості створювати динамічну функціональність. Натомість це дозволяє організувати та форматовувати документи, подібно до Microsoft Word [31].

CSS це каскадна таблиця стилів. Хоча HTML використовується для структури веб-документа (заголовки та абзаци, вставка зображення, відео та інші медіа. CSS - це мова для опису веб-сторінок: кольори, макет та шрифти. Це дає можливість адаптувати сторінку до різних типів пристроїв: великі екрани, маленькі екрани чи принтери. CSS не має залежності від HTML і може використовуватися з іншою мовою розмітки на основі XML. Відокремлення HTML від CSS полегшує підтримку веб-сайтів, обмін таблицями стилів на сторінках та адаптування сторінок для різних середовищ [32].

JavaScript - це сценарна мова, що використовується для створення та контролю динамічного вмісту веб-сайту, тобто всього, що рухається, оновлюється чи іншим чином змінюється на екрані браузеру та не вимагає перезавантажувати веб-сторінку.

JavaScript є невід'ємною частиною веб-функціональності. Всі основні веб-браузери оснащені вбудованими двигунами, які можуть обробляти JavaScript. Це означає, що команди JS можна вводити безпосередньо в документ HTML, а веб-браузери зможуть їх зрозуміти. Іншими словами, використання JavaScript не вимагає завантаження додаткових програм або компіляторів [33].

Angular це фреймворк для створення клієнтських додатків. Angular надає таку функціональність, як двостороннє зв'язування, що дозволяє динамічно змінювати дані в одному місці інтерфейсу при зміні даних моделі в іншому, шаблони, маршрутизація і так далі.

Однією з ключових особливостей Angular є те, що він використовує в якості мови програмування TypeScript.

Сфокусувавшись на тому, щоб полегшити обробку комп'ютерів, Angular 2 дозволяє отримати значно більшу екосистему розвитку. Програмісти, що використовують складні текстові редактори (або IDE), помітять значні вдосконалення з автоматичним доповненням та пропозиціями щодо введення



тексту. Ці вдосконалення допомагають зменшити когнітивний тягар навчання Angular 2. Але, при цьому, можливо використовувати і JavaScript [34].

В якості СКБД була використана Microsoft SQL Server.

Microsoft SQL Server - це система управління реляційними базами даних, яка підтримує широкий спектр програм для обробки транзакцій, бізнес-аналітики та аналітики в корпоративних IT-середовищах. Microsoft SQL Server є однією з трьох лідируючих на ринку технологій баз даних, поряд з Oracle Database та IBM DB2.

Як і інші RDBMS, Microsoft SQL Server побудований на основі SQL, стандартизованої мови програмування, яку адміністратори бази даних (DBA) та інші IT-фахівці використовують для управління базами даних та повернення даних, які вони містять. SQL Server пов'язаний з Transact-SQL (T-SQL), реалізацією SQL від Microsoft, яка додає набір стандартних розширень програмного забезпечення до стандартної мови [35].

### 3.2 Архітектура програмного забезпечення

#### 3.2.1 Діаграми класів

Так як система розроблюється з використанням ASP.NET, вона має трирівневу архітектуру MVC. Кожен клас відповідає таблиці з бази даних, а кожен об'єкт класу – конкретному запису в таблиці (рисунок 3.1).

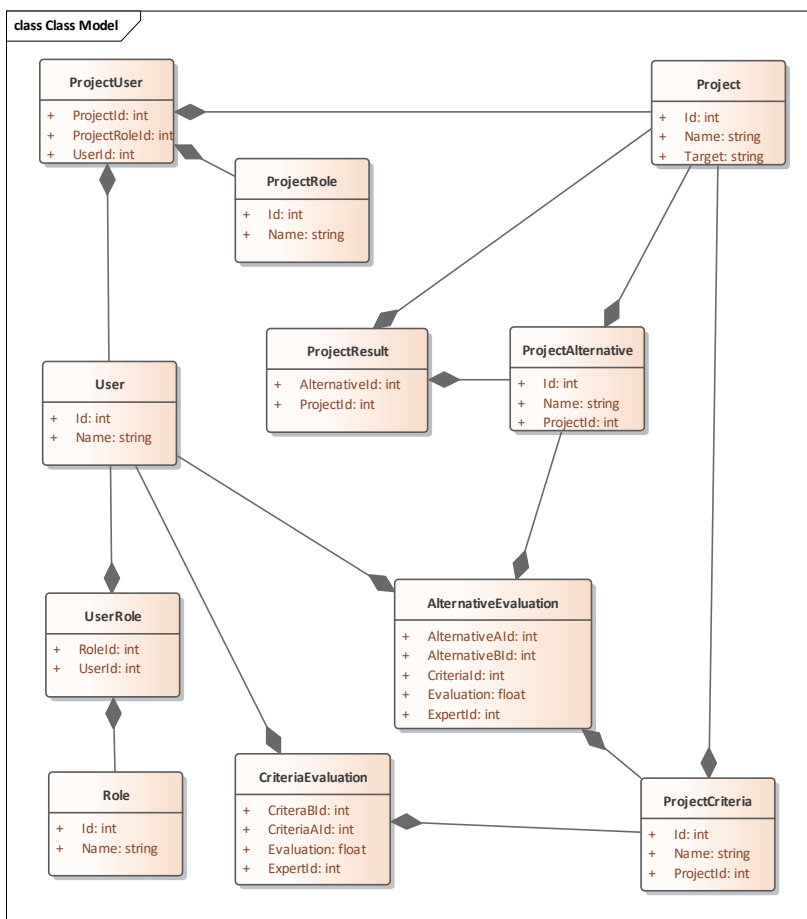


Рисунок 3.1 – Діаграма класів сутностей системи

Призначення класів сутностей системи наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Призначення класів сутностей системи

Назва класу	Призначення
Users	Опис сутності користувача
Roles	Опис сутності системної ролі
UserRoles	Опис сутності ролі користувачів
ProjectRoles	Опис сутності ролі проекту
Projects	Опис сутності проекту
ProjectUsers	Опис сутності користувачі у проєкті

Продовження таблиці 3.1

ProjectAlternatives	Опис сутності альтернативи у проекті
ProjectCriteria	Опис сутності критерія у проекті
AlternativeEvaluation	Опис сутності оцінки альтернатив
CriteriaEvaluation	Опис сутності оцінки критеріїв
ProjectResult	Опис сутності результату проекту

Діаграма класів backend частини системи наведена в графічних матеріалах, лист 3 (Діаграма класів backend частини).

Призначення класів backend частини системи наведено в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Призначення класів backend частини системи

Назва класу	Призначення
IRepositoryBase	Сигнатури методів для роботи з базою даних
RepositoryBase	Методи для роботи з базою даних
IUserRepository	Сигнатури методів для обробки інформації про користувачів з БД
UserRepository	Методи для обробки інформації про користувачів з БД
IUserService	Сигнатури методів для обробки інформації про користувачів
UserService	Методи для обробки інформації про користувачів
UserController	Прийом http запитів для обробки інформації про користувачів

Продовження таблиці 3.2

IRoleRepository	Сигнатури методів для обробки інформації про ролі з БД
RoleRepository	Методи для обробки інформації про ролі з БД
IRoleService	Сигнатури методів для обробки інформації про ролі
RoleService	Методи для обробки інформації про ролі
RoleController	Прийом http запитів для обробки інформації про ролі
IProjectRepository	Сигнатури методів для обробки інформації про проекти з БД
ProjectRepository	Методи для обробки інформації про проекти з БД
IProjectService	Сигнатури методів для обробки інформації про проекти
ProjectService	Методи для обробки інформації про проекти
ProjectController	Прийом http запитів для обробки інформації про проекти
IProjectAlternativeRepository	Сигнатури методів для обробки інформації про альтернативи проекту з БД
ProjectAlternativeRepository	Методи для обробки інформації про альтернативи проекту з БД
IProjectAlternativeService	Сигнатури методів для обробки інформації про альтернативи проекту

Продовження таблиці 3.2

ProjectAlternativeService	Методи для обробки інформації про альтернативи проекту
ProjectAlternativeController	Прийом http запитів для обробки інформації про альтернативи проекту
IProjectCriteriaRepository	Сигнатури методів для обробки інформації про критерії проекту з БД
ProjectCriteriaRepository	Методи для обробки інформації про критерії проекту з БД
IProjectCriteriaService	Сигнатури методів для обробки інформації про критерії проекту
ProjectCriteriaService	Методи для обробки інформації про критерії проекту
ProjectCriteriaController	Прийом http запитів для обробки інформації про критерії проекту
IEvaluationAlternativeRepository	Сигнатури методів для обробки інформації про оцінки альтернатив з БД
EvaluationAlternativeRepository	Методи для обробки інформації про оцінки альтернатив з БД
IEvaluationAlternativeService	Сигнатури методів для обробки інформації про оцінки альтернатив
EvaluationAlternativeService	Методи для обробки інформації про оцінки альтернатив
EvaluationAlternativeController	Прийом http запитів для обробки інформації про оцінки альтернатив
IEvaluationCriteriaRepository	Сигнатури методів для обробки інформації про оцінки критеріїв з БД
EvaluationCriteriaRepository	Методи для обробки інформації про оцінки критеріїв з БД

Продовження таблиці 3.2

IEvaluationCriteriaService	Сигнатури методів для обробки інформації про оцінки критеріїв
EvaluationCriteriaService	Методи для обробки інформації про оцінки критеріїв
EvaluationCriteriaController	Прийом http запитів для обробки інформації про оцінки критеріїв
IProjectResultRepository	Сигнатури методів для обробки інформації про результати проекту з БД
ProjectResultRepository	Методи для обробки інформації про результати проекту з БД
IProjectResultService	Сигнатури методів для обробки інформації про результати проекту
ProjectResultService	Методи для обробки інформації про результати проекту
ProjectResultController	Прийом http запитів для обробки інформації про результати проекту

Діаграма класів frontend частини системи наведена в графічних матеріалах, лист 4 (Діаграма класів frontend частини).

Призначення класів frontend частини системи наведено в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Призначення класів frontend частини системи

Назва класу	Призначення
BaseComponent	Базова компонента
LoginComponent	Методи для авторизації користувачів
LogoffComponent	Методи для виходу з системи
UserComponent	Методи для обробки інформації про користувачів

Продовження таблиці 3.3

ProjectComponent	Методи для обробки інформації про проекти
CriteriaComponent	Методи для обробки інформації про критерії
AlternativeComponent	Методи для обробки інформації про альтернативи
EvaluationAlternativeComponent	Методи для обробки інформації про оцінки альтернатив
EvaluationCriteriaComponent	Методи для обробки інформації про оцінки критеріїв
ProjectResultComponent	Методи для обробки інформації про результат проекту
AccountService	Http методи для авторизації
UserService	Http методи для обробки інформації про користувачів
ProjectService	Http методи для обробки інформації про проектів
CriteriaService	Http методи для обробки інформації про критерії
AlternativeService	Http методи для обробки інформації про альтернативи
EvaluationAlternativeService	Http методи для обробки інформації про оцінки альтернатив
EvaluationCriteriaService	Http методи для обробки інформації про оцінки критеріїв
ProjectResultService	Http методи для обробки інформації про результати проектів

### 3.2.2 Діаграми послідовностей

При створенні сервісу використовувався об'єктно-орієнтований метод представлення даних, що має на увазі роботу з класами. Для опису особливостей передачі прийому та повідомлень об'єктами наведемо діаграми послідовності.

Діаграма послідовності ведення користувачів зображена на рисунку 3.2.

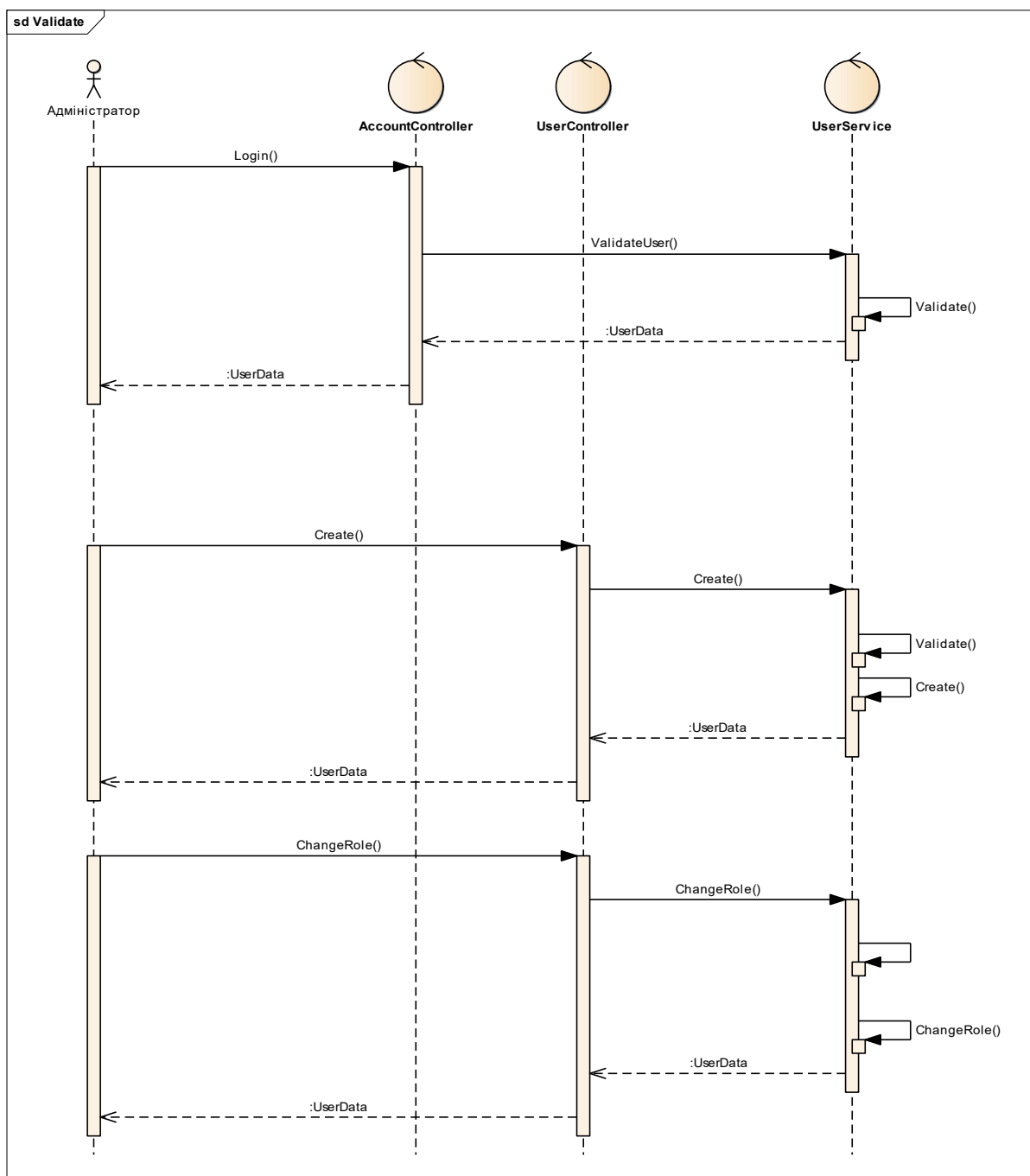


Рисунок 3.2 Діаграма послідовності ведення користувачів



Діаграма послідовності процесу прийняття рішення наведена в графічних матеріалах, лист 5 (Діаграма послідовності процесу прийняття рішення).

### 3.3 Опис технічного забезпечення

#### 3.3.1 Вимоги до технічного забезпечення

Структура технічних засобів визначається виходячи із можливості їх забезпечити виконання встановлених операцій процесу технічного обслуговування, можливості інтегрування до існуючих систем, захищеності від несанкціонованого доступу.

Для правильної роботи розробленої системи до складу технічних засобів повинен входити комп'ютер, якій буде використовуватись в ролі серверу веб-додатку і має мати конфігурацію наведену нижче:

- процесор з тактовою частотою не нижче 1,6 ГГц;
- об'єм оперативної пам'яті не менше 4096 МБ;
- об'єм HDD або SSD не нижчий за 40Гб;
- доступ до мережі інтернет.

Для коректної роботи клієнтської WEB частини необхідно комп'ютер, що задовольняє таким характеристикам:

- процесор з тактовою частотою не нижче 1,4 ГГц;
- об'єм оперативної пам'яті не менше 2048 МБ;
- об'єм HDD або SSD не нижчий за 30Гб;
- доступ до мережі Інтернет.

Для роботи з додатком на кожному клієнтському робочому місці має бути встановлено будь-який браузер з нижче перерахованих:

- Google Chrome версії 40+;
- Safari версії 5.1+;

- Mozilla Firefox версії 17+;
- Microsoft Edge;
- Opera 40+.

### 3.3.1 Діаграма розгортання

На етапі впровадження виникає питання розміщення сервісу на робочих машинах мережі. Для цього на рисунку 3.3 зобразимо діаграму розгортання системи технічної підтримки користувачів комп'ютерної мережі.

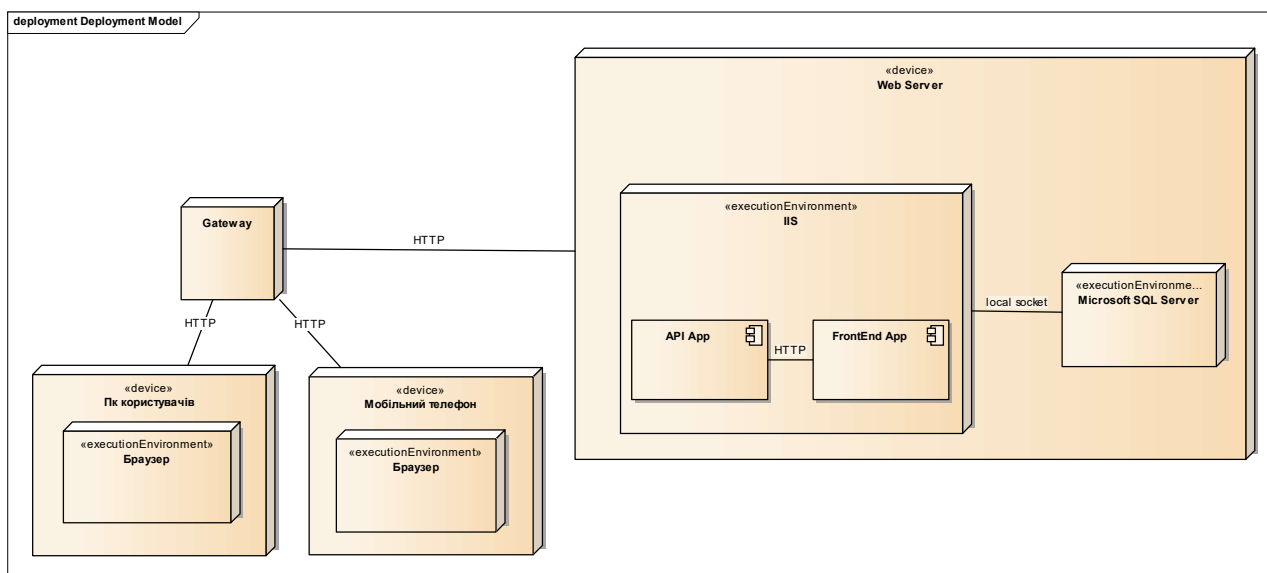


Рисунок 3.3 – Діаграма розгортання

### 3.3.2 Специфікація функцій

В таблицях 3.4-3.28 наведено опис методів класів

Таблиця 3.4 – Опис методів класу BaseRepository

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Execute	Виконання запиту	sql	Sql запит
Query	Повернення результату запиту	sql	Sql запит

Таблиця 3.5 – Опис методів класу UserRepository

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
AddUserToProject	Додавання користувача в проект	userId projectId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор проекту
CreateUser	Створення користувача	userEntity	Інформація про користувача
DeleteProjectRole	Видалення ролі в проекту користувача	userId roleId projectId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі проекту Ідентифікатор проекту
DeleteRole	Видалення ролі в користувача	userId roleId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі
DeleteUser	Видалення користувача	userId	Ідентифікатор користувача
GetUser	Повернення інформації користувача	userId	Ідентифікатор користувача
GetUsers	Повернення інформації всіх користувачів	userIds	Ідентифікатори користувачів
SetProjectRole	Задання ролі в проекту користувачу	userId roleId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі проекту
SetRole	Задання ролі користувачу	userId roleId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі
UpdateUser	Зміна інформації про користувача	userEntity	Інформація про користувача

Таблиця 3.6 – Опис методів класу RoleRepository

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
GetProjectRoles	Повернення інформації ролей проекту		
GetRoles	Повернення інформації ролей		

Таблиця 3.7 – Опис методів ProjectRepository

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення проекту	projectEntity	Інформація про проект
Delete	Видалення проекту	projectId	Ідентифікатор проекту
GetProject	Повернення інформації про проект	projectId	Ідентифікатор проекту
GetProjects	Повернення інформації про проекти	projectIds	Ідентифікатори проектів
Update	Оновлення інформації про проект	projectEntity	Інформація про проект

Таблиця 3.8 – Опис методів класу ProjectAlternativeRepository

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення альтернативи	alternativeEntity	Інформація про альтернативу
Delete	Видалення альтернативи	alternativeId	Ідентифікатор альтернативи

## Продовження таблиці 3.8

GetAlternative	Повернення інформації про альтернативу	alternativeId	Ідентифікатор альтернативи
GetAlternatives	Повернення інформації про альтернативи	alternativeIds	Ідентифікатори альтернатив
Update	Оновлення інформації про альтернативи	alternativeEntity	Інформація про альтернативу

Таблиця 3.9 – Опис методів класу ProjectCriteriaRepository

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення критерія	criteiaEntity	Інформація про критерій
Delete	Видалення критерія	criteiaId	Ідентифікатор критерія
GetCriteia	Повернення інформації про критерій	criteiaId	Ідентифікатор критерія
GetCriteias	Повернення інформації про критерії	criteiaIds	Ідентифікатори критеріїв
Update	Оновлення інформації про критерій	criteiaEntity	Інформація про критерій

Таблиця 3.10 – Опис методів класу EvaluationAlternativeRepository

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення оцінки альтернативи	evaluationAlternative	Оцінка альтернативи
Delete	Видалення оцінки альтернативи	evaluationAlternativeId	Ідентифікатор оцінки альтернативи
Get	Повернення оцінок альтернати	projectId	Ідентифікатор проекту
Update	Оновлення оцінки альтернативи	evaluationAlternative	Оцінка альтернативи

Таблиця 3.11 – Опис методів класу EvaluationCriteriaRepository

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення оцінки критерія	evaluationCriteria	Оцінка критерія
Delete	Видалення оцінки критерія	evaluationCriteriaId	Ідентифікатор оцінки критерія
Get	Повернення оцінок критеріїв	projectId	Ідентифікатор проекту
Update	Оновлення оцінки критерія	evaluationCriteria	Оцінка критерія

Таблиця 3.12 – Опис методів класу ProjectResultRepository

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення результату проекту	projectResultEntity	Інформація про результат проекту
Delete	Видалення результату проекту	projectResultId	Ідентифікатор результату проекту
GetProjectResult	Повернення інформації про результат проекту	projectResultId	Ідентифікатор результату проекту
GetProjectsResult	Повернення інформації про результати проектів	projectResultIds	Ідентифікатори результатів проектів
Update	Оновлення інформації про результат проекту	projectResultEntity	Інформація про результат проекту

Таблиця 3.13 – Опис методів класу UserService

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
AddUserToProject	Додавання користувача в проект	userId projectId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор проекту
CreateUser	Створення користувача	userModel	Інформація про користувача
DeleteProjectRole	Видалення ролі проекту користувача	userId roleId projectId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі проекту Ідентифікатор проекту

Продовження таблиці 3.13

DeleteRole	Видалення ролі в користувача	userId roleId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі
DeleteUser	Видалення користувача	userId	Ідентифікатор користувача
GetUser	Повернення інформації користувача	userId	Ідентифікатор користувача
GetUsers	Повернення інформації всіх користувачів	userIds	Ідентифікатори користувачів
SetProjectRole	Задання ролі проекту користувачу	userId roleId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі проекту
SetRole	Задання ролі користувачу	userId roleId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі
UpdateUser	Зміна інформації про користувача	userModel	Інформація про користувача

Таблиця 3.14 – Опис методів класу RoleService

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
GetProjectRoles	Повернення інформації ролей проекту		
GetRoles	Повернення інформації ролей		



Таблиця 3.15 – Опис методів класу ProjectService

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення проекту	projectModel	Інформація про проект
Delete	Видалення проекту	projectId	Ідентифікатор проекту
GetProject	Повернення інформації про проект	projectId	Ідентифікатор проекту
GetProjects	Повернення інформації про проекти	projectIds	Ідентифікатори проектів
Update	Оновлення інформації про проект	projectModel	Інформація про проект

Таблиця 3.16 – Опис методів класу ProjectAlternativeService

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення альтернативи	alternativeModel	Інформація про альтернативу
Delete	Видалення альтернативи	alternativeId	Ідентифікатор альтернативи
GetAlternative	Повернення інформації про альтернативу	alternativeId	Ідентифікатор альтернативи
GetAlternatives	Повернення інформації про альтернативи	alternativeIds	Ідентифікатори альтернатив
Update	Оновлення інформації про альтернативи	alternativeModel	Інформація про альтернативу

Таблиця 3.17 – Опис методів класу ProjectCriteriaService

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення критерія	criteiaModel	Інформація про критерій
Delete	Видалення критерія	criteiaId	Ідентифікатор критерія
GetCriteia	Повернення інформації про критерій	criteiaId	Ідентифікатор критерія
GetCriteias	Повернення інформації про критерії	criteiaIds	Ідентифікатори критеріїв
Update	Оновлення інформації про критерій	criteiaModel	Інформація про критерій

Таблиця 3.18 – Опис методів класу EvaluationAlternativeService

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення оцінки альтернативи	evaluationAlternative	Оцінка альтернативи
Delete	Видалення оцінки альтернативи	evaluationAlternativeId	Ідентифікатор оцінки альтернативи
Get	Повернення оцінок альтернати	projectId	Ідентифікатор проекту
Update	Оновлення оцінки альтернативи	evaluationAlternative	Оцінка альтернативи

Таблиця 3.19 – Опис методів класу EvaluationCriteriaService

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення оцінки критерія	evaluationCriteria	Оцінка критерія
Delete	Видалення оцінки критерія	evaluationCriteriaId	Ідентифікатор оцінки критерія
Get	Повернення оцінок критеріїв	projectId	Ідентифікатор проекту
Update	Оновлення оцінки критерія	evaluationCriteria	Оцінка критерія

Таблиця 3.20 – Опис методів класу ProjectResultService

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення результату проекту	projectResultModel	Інформація про результат проекту
Delete	Видалення результату проекту	projectResultId	Ідентифікатор результату проекту
GetProjectResult	Повернення інформації про результат проекту	projectResultId	Ідентифікатор результату проекту
GetProjectsResult	Повернення інформації про результати проектів	projectResultIds	Ідентифікатори результатів проектів
Update	Оновлення інформації про результат проекту	projectResultModel	Інформація про результат проекту

Таблиця 3.21 – Опис методів класу UserController

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
AddUserToProject	Додавання користувача в проект	userId projectId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор проекту
CreateUser	Створення користувача	user	Інформація про користувача
DeleteProjectRole	Видалення ролі проекту користувача в	userId roleId projectId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі проекту Ідентифікатор проекту
DeleteRole	Видалення ролі в користувача	userId roleId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі
DeleteUser	Видалення користувача	userId	Ідентифікатор користувача
GetUser	Повернення інформації користувача	userId	Ідентифікатор користувача
GetUsers	Повернення інформації всіх користувачів	userIds	Ідентифікатори користувачів
SetProjectRole	Задання ролі проекту користувачу	userId roleId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі проекту
SetRole	Задання ролі користувачу	userId roleId	Ідентифікатор користувача Ідентифікатор ролі
UpdateUser	Зміна інформації про користувача	user	Інформація про користувача

Таблиця 3.22 – Опис методів класу RoleController

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
GetProjectRoles	Повернення інформації ролей проекту		
GetRoles	Повернення інформації ролей		

Таблиця 3.23 – Опис методів класу ProjectController

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення проекту	project	Інформація про проект
Delete	Видалення проекту	projectId	Ідентифікатор проекту
GetProject	Повернення інформації про проект	projectId	Ідентифікатор проекту
GetProjects	Повернення інформації про проекти	projectIds	Ідентифікатори проектів
Update	Оновлення інформації про проект	project	Інформація про проект

Таблиця 3.24 – Опис методів класу ProjectAlternativeController

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення альтернативи	alternative	Інформація про альтернативу
Delete	Видалення альтернативи	alternativeId	Ідентифікатор альтернативи

## Продовження таблиці 3.24

GetAlternative	Повернення інформації про альтернативу	alternativeId	Ідентифікатор альтернативи
GetAlternatives	Повернення інформації про альтернативи	alternativeIds	Ідентифікатори альтернатив
Update	Оновлення інформації про альтернативи	alternative	Інформація про альтернативу

Таблиця 3.25 – Опис методів класу ProjectCriteriaController

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення критерія	criteia	Інформація про критерій
Delete	Видалення критерія	criteiaId	Ідентифікатор критерія
GetCriteia	Повернення інформації про критерій	criteiaId	Ідентифікатор критерія
GetCriteias	Повернення інформації про критерії	criteiaIds	Ідентифікатори критеріїв
Update	Оновлення інформації про критерій	criteia	Інформація про критерій

Таблиця 3.26 – Опис методів класу EvaluationAlternativeController

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення оцінки альтернативи	evaluationAlternative	Оцінка альтернативи
Delete	Видалення оцінки альтернативи	evaluationAlternativeId	Ідентифікатор оцінки альтернативи
Get	Повернення оцінок альтернати	projectId	Ідентифікатор проекту
Update	Оновлення оцінки альтернативи	evaluationAlternative	Оцінка альтернативи

Таблиця 3.27 – Опис методів класу EvaluationCriteriaController

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення оцінки критерія	evaluationCriteria	Оцінка критерія
Delete	Видалення оцінки критерія	evaluationCriteriaId	Ідентифікатор оцінки критерія
Get	Повернення оцінок критеріїв	projectId	Ідентифікатор проекту
Update	Оновлення оцінки критерія	evaluationCriteria	Оцінка критерія

Таблиця 3.28 – Опис методів класу ProjectResultController

Метод	Опис методу	Параметри	Опис параметрів
Create	Створення результату проекту	projectResult	Інформація про результат проекту
Delete	Видалення результату проекту	projectResultId	Ідентифікатор результату проекту
GetProjectResult	Повернення інформації про результат проекту	projectResultId	Ідентифікатор результату проекту
GetProjectsResult	Повернення інформації про результати проектів	projectResultIds	Ідентифікатори результатів проектів
Update	Оновлення інформації про результат проекту	projectResult	Інформація про результат проекту

### 3.3.3 Архітектура програмного забезпечення

На рисунку 3.4 зображена модель клієнт-серверної архітектури.

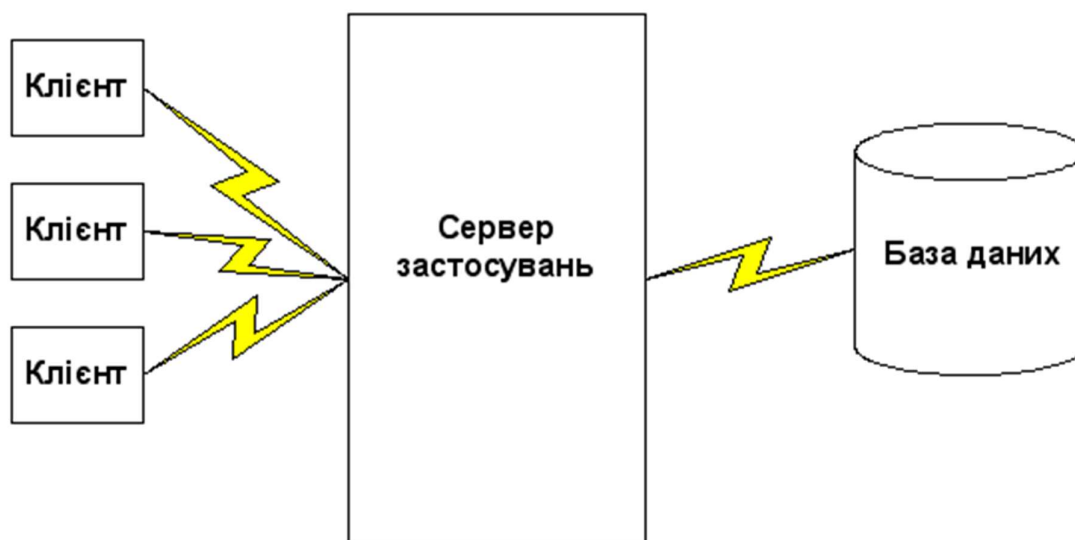


Рисунок 3.4 - Модель клієнт-серверної архітектури



## Висновки

В даному розділі описані засоби розробки, основні вимоги до технічного забезпечення для коректної роботи системи підтримки прийняття рішень.

Наведена діаграма класів та описана специфікація функцій класів, що використовуються у всіх модулях системи.

Наведена діаграма розгортання для того щоб вирішити питання розміщення сервісу на робочих машинах мережі.

## 4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

### 4.1 Загальні положення

Стартап як тип малого венчурного підприємництва впродовж останніх років набув великого розповсюдження у світі. Поява Інтернету, який призвів до полегшення комунікації, спростив знаходження клієнтів та інвесторів, призвела до зниження бар'єрів входу на ринок. Також завдяки цьому зростає кількість інноваційних проектів.

Основні етапи розробки стартап-проекту [36] наведені в графічних матеріалах, лист 6 (Етапи розробки стартап-проекту).

### 4.2 Опис основних ідей проекту

Для успішного впровадження продукту необхідно проаналізувати стан ринку, перспективи впровадження, ризики впровадження та інше. На основі цієї інформації описуються загальні рекомендації. В таблиці 4.1 наведено концепції розробки стартап-проекту.

Таблиця 4.1 – Концепції розробки стартап проекту.

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розробка системи підтримки прийняття рішень в слабкоструктурованих системах з використанням когнітивного підходу	1. Підтримка прийняття рішення	Полегшення прийняття рішення

Далі проводиться порівняльний аналіз показників власного проекту і наявних аналогів, з метою визначення слабких, нейтральних і сильних сторін проекту. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту наведено в таблиці 4.2, де W – слабка сторона, N – нейтральна сторона, S – сильна сторона.

Оцінка товарів/концепцій задається в шкалі від 1 до 5.

Таблиця 4.2 – Порівняльний аналіз

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Оцінка товарів/концепції конкурентів (потенційні)				W	N	S
		Мій проект	КОСМОС	ІГЛА	КАНВА			
1.	Невисока вартість	5	4	4	3			+
2.	ППР	5	5	5	4		+	
3.	Веб-інтерфейс	5	-	-	-			+

Визначено сильні, нейтральні і слабкі сторони проекту.

Сильними сторонами є невисока вартість та наявність веб-інтерфейсу та нейтральною стороною є підтримка прийняття рішення.

#### 4.3 Технологічний аудит ідеї проекту

Також повинен бути проведений аудит технології, якими можна реалізувати ідею проекту, з метою визначення можливості створення продукту самим розробником або використання готового продукту для вирішення поставлених завдань. Технологічна здійсненність наведена в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність наведена

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Веб-інтерфейс	Angular 6	Наявна	Доступно

Продовження таблиці 4.3

2	Підтримка прийняття рішення	MAI	Наявна	Доступно
		Модифікація MAI	Потребує доопрацювання	Недоступна
3	Створення програмного забезпечення	MS Visual Sudio Code	Наявна	Доступно
		MS Visual Studio	Наявна	Доступно за додаткову плату
		.Net Core	Наявна	Доступно
		Використання сервера	Наявна	Доступно за додаткову плату

Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Для побудови створення веб інтерфейсу був обраний фреймворк Angular 6. Для підтримки прийняття рішень модифіковано метод аналізу ієрархій. Для розробки ПО використано такі IDE: Microsoft Visual Studio, Microsoft Visual Studio Code та фреймворк .Net Core

Дану ідею можливо реалізувати. Платні IDE можна замінити на безкоштовні. А модифікація MAI не є складною.

#### 4.4 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Для визначення ринкових можливостей проводимо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4 – Аналіз попиту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3-5
2	Загальний обсяг продаж, (для сектора)	\$1,5 млрд.

Продовження таблиці 4.4

3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Незначна конкуренція, невелика кількість аналогів
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Не потребує
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	$R = (3500 - 1200) / 1200 * 100 = 191\%$

Рентабельність визначається за формулою:

$$P = \frac{\Pi * 100}{Вв},$$

де  $\Pi$  — прибуток від реалізації товару;  $Вв$  — виробнича собівартість продукту.

В таблиці 4.5 наведено потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи.

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1.	Інтервальні оцінки критеріїв і альтернатив	Експерти в слабкоструктурованих систем	Суб'єктивність оцінки	Можливість інтервальної оцінки
2.	Підтримка прийняття рішень	ОПР в слабкоструктурованих систем	Різні методи підтримки прийняття рішень	Програмна підтримка прийняття рішень

Після цього було визначено факторами, що сприяють ринковому впровадженню проекту (Таблиця 4.6), та факторів, що йому перешкоджають (Таблиця 4.7).

Таблиця 4.6 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Функціонал	Великий вибір можливих рішень	Розширення ринку збуту, розширення асортименту
2.	Швидкий ріст	Збільшення кількості продажів	Розширення ринку збуту, партнерські програми, розширення асортименту
3.	Фінанси	Високий рівень продажів	Розширення ринку збуту, партнерські програми

Таблиця 4.7 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Конкуренція	Висока конкуренція на ринку	Знаходження кращого співвідношення ціна/якість
2.	Розробка	Можливе подорожчання розробки	Пошук альтернативних компонентів
3.	Фінанси	Низький рівень продажів	Створення партнерської програми
4.	Ринок	Невеликий ринок збуту	Розширення локального ринку

Аналізуючи таблиці 4.6 - 4.7 при впровадженні стартап-проекту потрібно уважно стежити за ринком, щоб залишатися актуальними.

Важливим фактором виходу на ринок є аналіз ринку пропозиції. Для цього потрібно визначити загальні риси конкуренції на ринку. В таблиці 4.8 наведено риси конкуренції на ринку.

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Тип конкуренції: - чистий	Можливість вільно конкурувати на ринку	Можливості чесної конкуренції
2. За рівнем конкурентної боротьби: - міжнародний	На ринку присутні іноземні фірми-конкуренти	Додати можливість вибору мови ПЗ, щоб легше було у майбутньому вийти на міжнародний ринок
3. За галузевою ознакою: - міжгалузева	Технологія може бути використана для в багатьох галузях	Підтримка створення різноманітних когнітивних карт
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-видова	Види товарів схожі за функціональністю	Враховувати недоліки алгоритмів
5. За характером конкурентних переваг: - цінова	Ціна дуже важливий фактор при виборі продукту	Приділяти більше уваги вартості розробки і впровадження
6. За інтенсивністю: - немарочна	Бренд не впливає на впізнаваність продукції	

Також важливим етапом є аналіз конкурентів, а саме визначення головних і потенційних конкурентів. Даний аналіз складається з визначення цілей, стратегій, сильних та слабких сторін конкурентів. Аналіз конкурентів проекту в таблиця 4.9.

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінник
	КОСМОС ИГЛА	КАНВА	Значна кількість постачальників	Активно диктують умови	Збільшення кількості аналогічних товарів
Висновки:	Компаній вже значно закріпилися на ринку, тому конкуренція інтенсивна	Компанія надає схожі послуги	Постачальник не впливає на ринок	Мають основний вплив	Велика кількість товарів – замінників

За результатами аналізу конкурентів зроблено висновок про можливість роботи на ринку, навіть при наявній конкуренції. Дані результати були враховані при порівняльному аналізі факторів конкурентоспроможності в таблиці в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1.	Ціна	Дане рішення не потребує дорогого додаткового обладнання та матеріалів, а достатньо лише програмного рішення.
2.	Модульність	Можливість розширення функціоналу
3.	Простота обслуговування	Немає необхідності турбуватися про апаратні характеристики користувачів



Використовуючи дані конкурентоспроможності проекту необхідно проаналізувати сильні і слабкі сторони проекту(таблиця 4.11) та навести SWOT-аналіз стартап-проекту(таблиця 4.12)

Таблиця 4.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з проектом з оптимізації роботи з даними у сучасних веб- сервісах						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1.	Ціна	20		+					
2.	Веб-інтерфейс	13					+		
3.	Простота використання	16			+				

Таблиця 4.12 – SWOT- аналіз стартап-проекту

<u>Сильні сторони:</u> Невисока ціна, веб-інтерфейс, простота використання	<u>Слабкі сторони:</u> Не досконалий метод підтримки прийняття рішень
<u>Можливості:</u> Зацікавленість продуктом різних груп споживачів	<u>Загрози:</u> Висока конкуренція на ринку.

На основі SWOT-аналізу розроблено план альтернативи ринкової поведінки(таблиця 4.13), з точки зору строків реалізації та ймовірності отримання ресурсів, який необхідний для запуску проекту на ринку, використовуючи дані про потенційних конкурентів.

Таблиця 4.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Розробка мобільного клієнта	80%	3-4 місяці

Продовження таблиці 4.13

2.	Покращення функціоналу продукту	70%	5 місяць
3.	Покращення методу оцінки критеріїв та альтернатив	85%	3 місяці

Найбільш швидким буде варіант 1, але варіант принесе більшу ефективність.

#### 4.5 Розроблення ринкової стратегії проекту

Для визначення способу охоплення ринку необхідно описати цільові групи користувачів(таблиця 4.14), визначити базові стратегії розвитку проекту(таблиця 4.15) та визначити базову стратегію конкурентної поведінки(таблиця 4.16).

Таблиця 4.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	ОПР в слабкоструктурованих систем	Висока готовність	Високий	Середня	Доступно
2.	Експерти в слабкоструктурованих систем	Висока готовність	Високий	Середня	Середня

За результатами аналізу потенційних груп споживачів визначено стратегію охоплення ринку - стратегію концентрованого маркетингу, тому що компанія зосереджується на одному сегменті.

Таблиця 4.15 – Визначення базової стратегії розвитку

№ n/n	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Розробка власного апаратного забезпечення	Стратегія концентрованого маркетингу	Зниження собівартості, підвищення функціональних параметрів	Стратегія лідерства по витратах

Таблиця 4.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
Проект не є першопрохідцем на ринку	Проект буде активно конкурувати на ринку	Проект буде створювати як власні рішення так звертатися до існуючих	Стратегія наслідування лідеру

В якості стратегії конкурентної поведінки вибрано стратегію наслідування лідеру.

Дана стратегія передбачає адаптивну лінію поведінки на ринку. Стратегія наслідування поведінки дозволяє уникнути боротьби з лідерами ринку.

За допомогою даних досліджень визначена стратегія позиціонування з урахуванням основних вимог до товару та стратегії розвитку проекту, які наведені в таблиці 4.17.

Таблиця 4.17 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції проекту	Вибір асоціацій
1	Автономність, надійність, низька ціна	Стратегія лідерства по витратах	Надійність, гнучкість, низька ціна	Економічність, простота, гнучкість

#### 4.6 Розроблення маркетингової програми проекту

Для розробки маркетингової програми потрібно визначити ключові переваги концепцій потенційного товару(таблиця 4.18).

Таблиця 4.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1.	Інтервальні оцінки порівняння	Можливість інтервальної оцінки	Можливість експертам задавати оцінки в інтервальній шкалі
2.	Підтримка прийняття рішень в слабкоструктурованих системах	Зручний веб-інтерфейс для підтримки прийняття рішень в слабкоструктурованих системах	Менша вартість

Для уточнення ідей розробки проекту розроблена трирівнева модель товару (таблиця 4.19).

Таблиця 4.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
I. Товар за задумом	Підтримка прийняття рішення

Продовження таблиці 4.19

II. Товар у реальному виконанні	Властивості: Система надає зручний інтерфейс для підтримки прийняття рішення
III. Товар із підкріпленням	До продажу: базова версія
	Після продажу: постійна модернізація
Так як основні розрахунки проводяться на віддаленому сервері, то товар дуже важко скопіювати	

Наближене значення цін на розроблювальний продукт наведено в таблиці 4.20.

Таблиця 4.20 – Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
3.5 – 6 тис. грн	6 – 35 тис. грн	10 – 35 тис. грн	5 - 6 тис. грн

Визначена оптимальна система збуту(таблиця 4.21). Для визначення специфіки поведінки клієнта визначена концепція маркетингових комунікацій(таблиця 4.22)

Таблиця 4.21 – Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Клієнти прагнуть отримувати товар за меншою ціною за рахунок конкуренції	Постачальник має забезпечити доставку товару	Однорівневий чи нульовий канали збуту	Власноруч та через посередників

Таблиця 4.22 – Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Пошук товарів через інтернет	Інтернет, телефонний зв'язок	Моніторинг та прогнозування	Звернути увагу на співвідношення ціни та якості	Висока якість за помірну ціну

### Висновки

В даному розділі було розглянуті основні ідеї проекту. Були проаналізовані потреби потенційних клієнтів та можливі шляхи задоволення цих потреб. Було проведене аналіз ринку, де розглянуто тенденції галузі, основні конкуренти, сильні та слабкі сторони потенційних конкурентів. Було порівняно продукт, що розробляється, з наявними аналогами та виділені сильні та слабкі сторони. До сильних сторін відноситься: невисока ціна, веб-інтерфейс і простота використання.

В результаті даного дослідження можна дійти до висновку, що даний проект має погані показники конкурентоспроможності в разі дотримання вказаної стратегії розвитку.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання даної роботи було досліджено процеси, які відбуваються в СППР, види СППР та процеси прийняття рішень. Було виявлено 2 типи задач в рамках теорії прийняття рішень. Також було проаналізовано методи визначення альтернатив і вибрано когнітивне моделювання. Було визначено суть і типи когнітивних карт та методи їх побудови. Було проаналізовано переваги і недоліки групового прийняття рішень.

Були виділені цілі і задачі даної роботи та наведено опис інформаційного забезпечення та представлена структура бази.

На основі даних, отриманих у процесі аналізу, було сформульовано змістовну та математичну постановки задачі підтримки прийняття рішень з використання нечітких інтервальних оцінок. Розглянуто недоліки методу аналізу ієрархій Сааті в слабкоструктурованих системах. Запропоновано модифікацію МАІ для нечіткої інтервальної оцінки критеріїв та альтернатив.

Також була детально описана архітектура програмного забезпечення, наведено діаграми класів, послідовностей та розгортання. Наведено вимоги до технічного забезпечення та архітектуру програмно забезпечення та розроблено програмне забезпечення для виконання поставлених задач.

Для визначення конкурентоспроможності та комерційної доцільності було наведено опис основних ідей проекту, проведено технологічний аудит ідей проекту, аналіз ринкових можливостей запуску проекту. Також було розроблено ринкову стратегію та маркетингову програму проекту.

За матеріалами дисертації було опубліковано одні тези доповіді на науковій конференції [37].

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 360 с.
2. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. Москва: Наука, 1996. 208 с.
3. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. Москва: Наука, 1979. 200с.
4. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. Москва: Наука, 1987. 143 с.
5. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: учебник. Москва: Логос, 2000. 296 с.
6. [Кулинич, 2003] Кулинич А.А. Методология когнитивного моделирования сложных плохо определенных ситуаций. М., ИПУ РАН, Труды второй международной конференции по проблемам управления. Июль 2003 г. с. 219-227.
7. [Axelrod, 1976] Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political
8. Квасницька Р. С. Процес прийняття управлінських рішень: зміст і етапи / Р. С. Квасницька // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. – № 6 (51), ч. 2. – 2011.
9. Newell A., Simon H.A. (1972) Human Problem Solving. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
10. [Кулинич, 2003] Кулинич А.А. Методология когнитивного моделирования сложных плохо определенных ситуаций. М., ИПУ РАН, Труды второй международной конференции по проблемам управления. Июль 2003 г. с. 219-227.
11. [Sawaragi, 1986] Sawaragi T., Iwai S., Katai O. An integration of qualitative causal knowledge for user –oriented decision support. Control theory and advanced technology. Vol. 2, No. 3, September 1986, pp. 451-483.



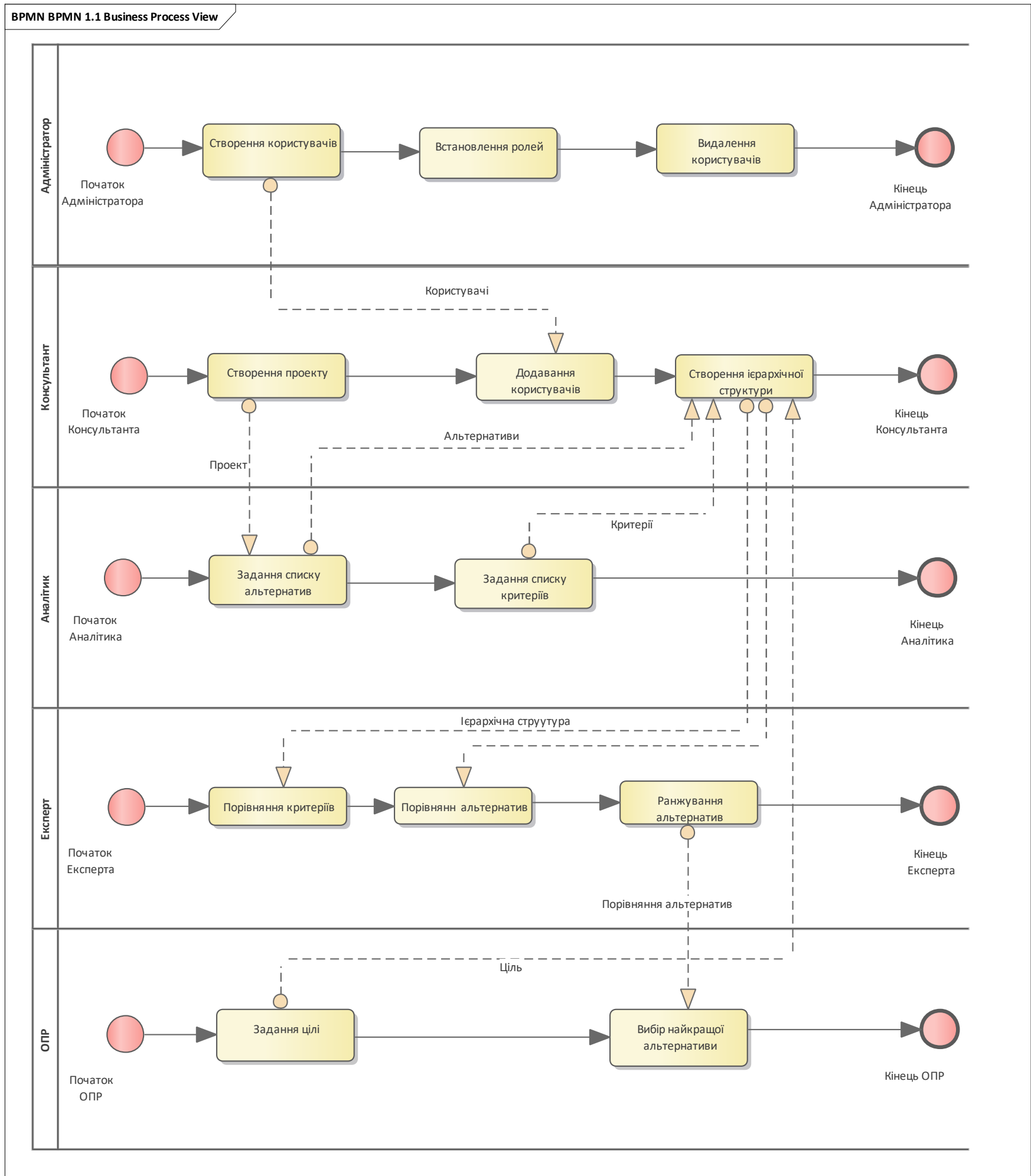
12. Newell A., Simon H.A. (1972) Human Problem Solving. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
13. [Axelrod, 1976] Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. - Princeton. University Press, 1976.
14. [Kosko, 1993] Kosko B. Fuzzy thinking. Hyperion, 1993.
15. [Кулинич, 2003] Кулинич А.А. Методология когнитивного моделирования сложных плохо определенных ситуаций. М., ИПУ РАН, Труды второй международной конференции по проблемам управления. Июль 2003 г. с. 219-227.
16. Кузнецов О.П., Кулинич А.А., Марковский А.В. Анализ влияний при управлении слабоструктурированными ситуациями на основе когнитивных карт // Человеческий 38 фактор в управлении / Под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. – М.: КомКнига, 2006. – С. 313–344.
17. Максимов, В.И. Структурно-целевой анализ развития социально-экономических ситуаций / В.И. Максимов // Проблемы управления, 2005.-№3.-С. 30-38.
18. Силов, В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке / В .Б. Силов. М.: ИНПРО-РЕС, 1995. - 228 с.
19. Федулов, А.С. Модели, методы и программные средства обработки нечеткой информации в системах поддержки принятия решений на основе когнитивных карт: дис. доктора техн. наук: 05.13.11, 05.13.01 / Федулов Александр Сергеевич. Москва, 2007. - 206 с.
20. Федулов, А.С. Нечеткие реляционные когнитивные карты / А.С. Федулов // Теория и системы управления. 2005. - №1.- С. 120-133.
21. Y. Miao, ChunYan Miao, XueHong Tao, ZhiQi Shen, ZhiQiang Liu. Transformation of cognitive maps [Text] // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. Volume 18 Issue 1, February 2010 p.114-124.
22. Джуря Р.С. Моделювання слабоструктурованих систем з використанням когнітивного підходу / Р.С. Джуря, О.Г. Жданова // Матеріали III всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Інформаційні системи та технології управління» (ІСТУ-2019) –

- м. Київ.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 20-22 листопада 2019 р. – С. 227-234.
23. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень. Київ: McLaut, 2008.
  24. BPMN [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/BPMN>
  25. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Москва: Радио и связь, 1993. 320 с.
  26. Недашківська Н.І. Розробка методологічного і математичного забезпечення розв'язання задач передбачення на основі модифікованого методу аналізу ієрархій: дис. ... канд. техн. наук. Київ, 2007. 242 с.
  27. ASP.NET Core 2.1 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/release-notes/aspnetcore-2.1?view=aspnetcore-3.1>
  28. C# [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/>
  29. Razor Pages [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/razor-pages/?view=aspnetcore-3.1&tabs=visual-studio>
  30. Blazor [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу <https://dotnet.microsoft.com/apps/aspnet/web-apps/blazor>
  31. HTML [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу <https://developer.mozilla.org/uk/docs/Web/HTTP>
  32. CSS [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу [https://developer.mozilla.org/uk/docs/Learn/Getting\\_started\\_with\\_the\\_web/CSS\\_basics](https://developer.mozilla.org/uk/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/CSS_basics)
  33. JavaScript [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу [https://developer.mozilla.org/uk/docs/Learn/Getting\\_started\\_with\\_the\\_web/JavaScript\\_basics](https://developer.mozilla.org/uk/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/JavaScript_basics)
  34. Angular [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу <https://angular.io/>

35. Microsoft SQL Server [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу <https://www.microsoft.com/ru-ru/sql-server/sql-server-2019>
36. Коэн, Д. Стартап в Сети : мастер-классы успешных предпринимателей / Д. Коэн, Б. Фелд ; пер. с англ. М. Иутина. – 2-е изд. – Москва : Альпина Паблишер, 2013. – 337 с.
37. Довгаль Д.О. Підтримка прийняття рішень в слабкоструктурованих системах / Д.О. Довгаль, О.Г. Жданова // Матеріали III всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Інформаційні системи та технології управління» (ІСТУ-2019) – м. Київ.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 20-22 листопада 2019 р. – С. 120-125.

## ДОДАТОК А

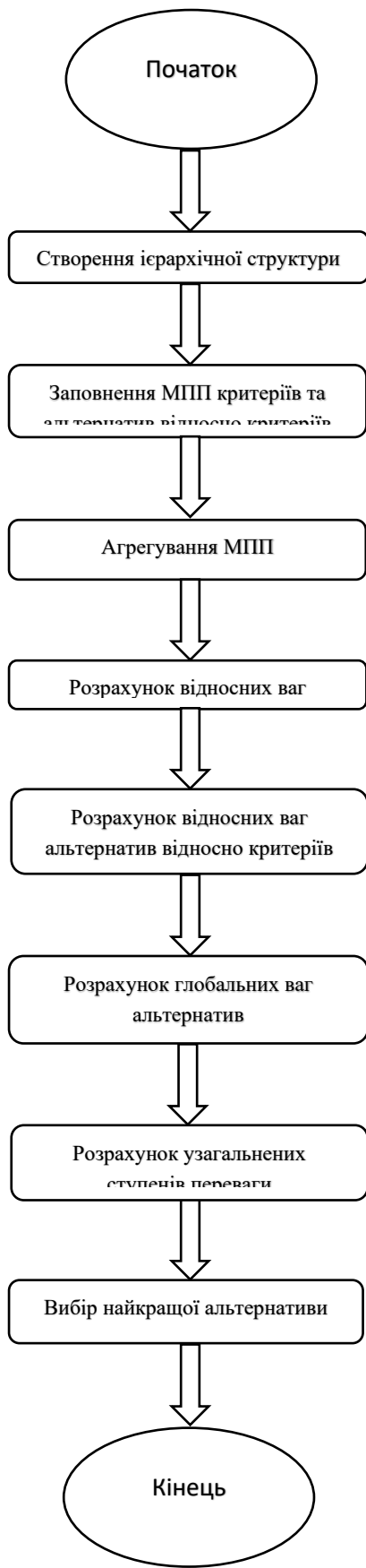
Графічний матеріал



Демонстраційний плакат до магістерської дисертації «Підтримка прийняття рішень в слабкоструктурованих системах»

Магістрант  
Керівник

Довгаль Д.О.  
Жданова О. Г.



**Етап 1.** Створення ієрархічної структури прийняття рішення у вигляді: ціль, критерії, альтернативи.

**Етап 2.** Заповнення матриць порівнянь критерії та альтернатив відносно критеріїв експертами.

**Етап 3.** Якщо прийняття рішення відбувається групою експертів, то відбувається агрегування матриць парних порівнянь.

$$a_{ij} = [a_{ij}^L; a_{ij}^U] = [\min\{a_{ij}^{Lk}\}; \max\{a_{ij}^{Uk}\}],$$
$$b_{ij}^g = [b_{ij}^{Lg}; b_{ij}^{Ug}] = [\min\{b_{ij}^{Lkg}\}; \max\{b_{ij}^{Ukg}\}],$$

де  $a_{ij}^{Lk}, a_{ij}^{Uk}$  – нижня і верхня межа інтервальної оцінки переваги критерія  $C_i$  над  $C_j$  критерієм експерта  $E_k$ .

**Етап 4.** Розрахунок відносних ваг критеріїв методом середнього геометричного.

$$w_i = \frac{\sqrt[l]{\prod_{j=1}^l a_{ij}}}{\sum_{i=1}^l \sqrt[l]{\prod_{j=1}^l a_{ij}}},$$

де  $w_i$  – інтервальна оцінка відносної ваги критерія  $C_i$ .

**Етап 5.** Розрахунок відносних ваг альтернатив відносно критеріїв методом середнього геометричного.

$$v_{ik} = \frac{\sqrt[l]{\prod_{j=1}^l b_{ij}^k}}{\sum_{i=1}^l \sqrt[l]{\prod_{j=1}^l b_{ij}^k}},$$

де  $v_{ik}$  – інтервальна оцінка відносної ваги альтернативи  $A_i$  відносно критерія  $C_k$ .

**Етап 6.** Розрахунок глобальних ваг альтернатив.

$$q(A_i) = \sum_{j=1}^l w_j v_{ij},$$

де  $q(A_i)$  – інтервальна глобальна оцінка альтернативи  $A_i$

**Етап 7.** Розрахунок ступенів переваги

$$p_{ij} = p\left(q(A_i) \gtrsim q(A_j)\right) = \max\left(1 - \max\left(\frac{y^U - x^L}{(x^U - x^L) + (y^U - y^L)}, 0\right), 0\right),$$

де  $q(A_i) = [x^L; x^U]$ ,  $q(A_j) = [y^L; y^U]$  – інтервальні глобальні оцінки альтернатив  $A_i$  і  $A_j$ .

**Етап 8.** Розрахунок узагальнених ступенів переваги.

$$p_i = \sum_j^l p_{ij},$$

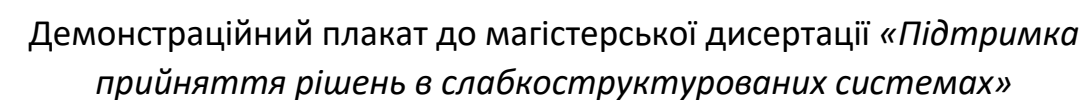
**Етап 9.** Вибір найкращої альтернативи.

$$A^* = \arg \max_{i=1 \dots l} p_i.$$

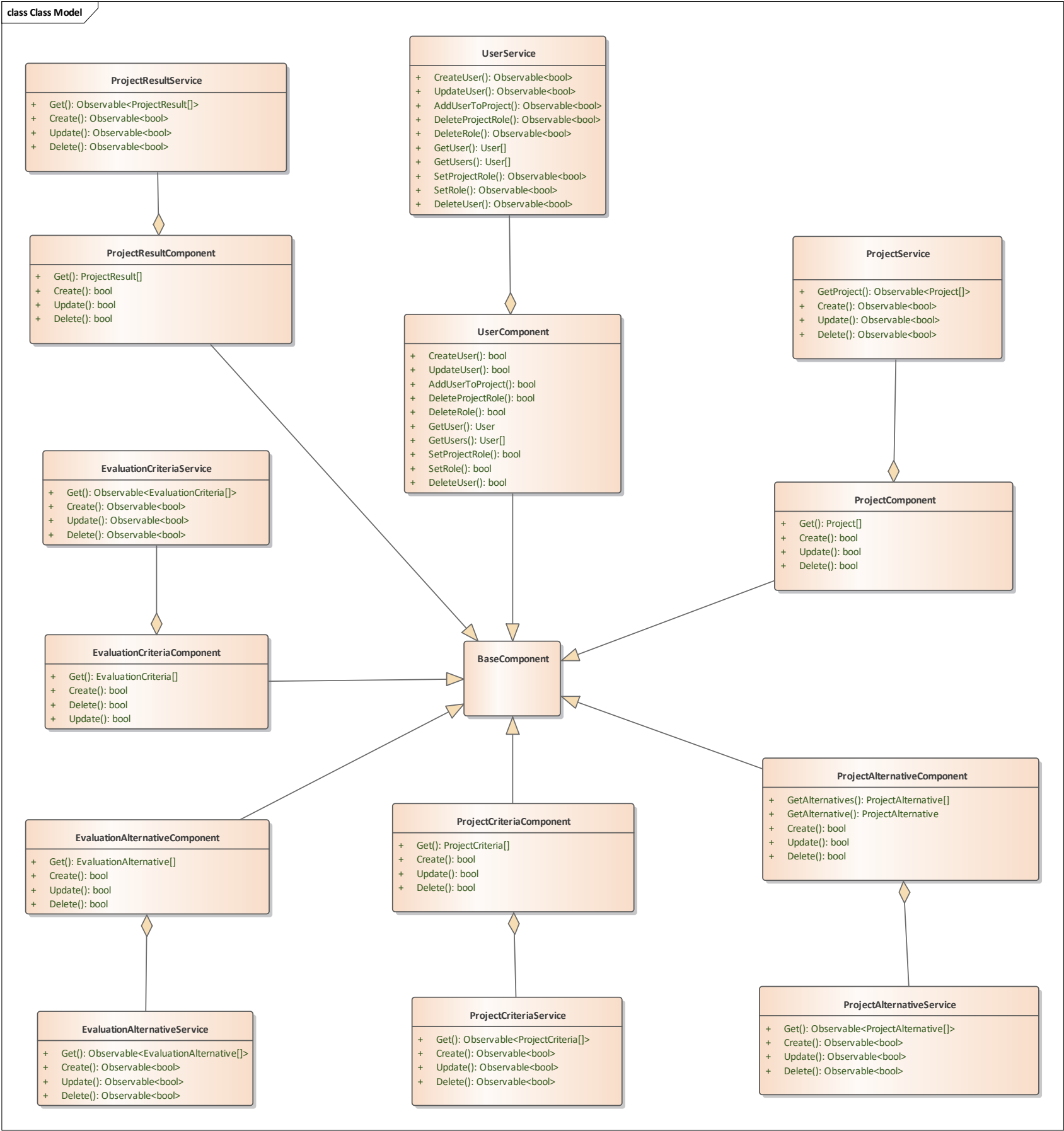
Демонстраційний плакат до магістерської дисертації «Підтримка прийняття рішень в слабкоструктурованих системах»

Магістрант  
Керівник

Довгаль Д.О.  
Жданова О. Г.



Довгаль Д.О.  
Жданова О. Г.



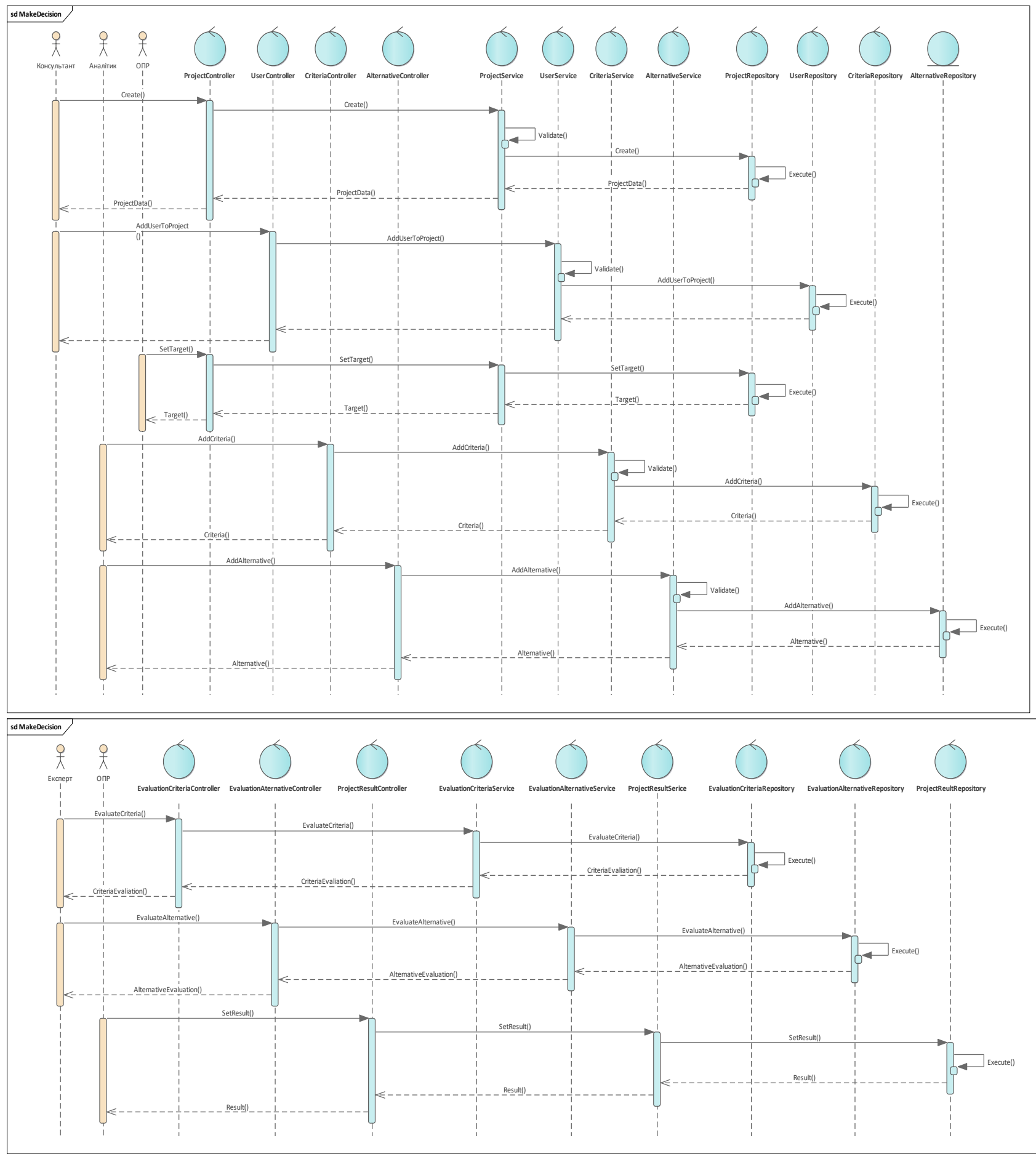
Демонстраційний плакат до магістерської дисертації «Підтримка прийняття рішень в слабкоструктурованих системах»

Магістрант  
Керівник

Довгаль Д.О.  
Жданова О. Г.



Діаграма послідовності процесу прийняття рішення



Демонстраційний плакат до магістерської дисертації «Підтримка прийняття рішень в слабкоструктурованих системах»

Магістрант  
Керівник

Довгаль Д.О.  
Жданова О. Г.

Маркетинговий аналіз стартап-проекту		Розробка опису самої ідеї проекту та визначення загальних напрямків використання потенційного товару чи послуги, а також їх відмінність від конкурентів
		аналіз ринкових можливостей щодо його реалізації
		на базі аналізу ринкового середовища розробка стратегії ринкового впровадження потенційного товару в межах проекту
Організація стартап-проекту		складання календарного плану-графіку реалізації стартап-проекту
		розрахування потреби в основних засобах та нематеріальних активах
		визначення планового обсягу виробництва потенційного товару, на основі чого формулювання потреби у матеріальних ресурсах та персоналі
		розрахування загальних початкових витрат на запуск проекту та планових загальногосподарських витрат, необхідних для реалізації проекту
Фінансово-економічний аналіз та оцінка ризиків проекту		визначення обсягу інвестиційних витрат
		розрахування основних фінансово-економічних показників проекту та визначення показників інвестиційної привабливості проекту
		визначення рівня ризикованості проекту, визначення основних ризиків проекту та шляхів їх запобігання
Заходи з комерціалізації проекту		визначення цільової групи інвесторів та опису їх ділових інтересів
		складання інвест-пропозиції (оферти): стислої характеристики проекту для попереднього ознайомлення інвестора із проектом
		планування заходів з просування оферти: визначення комунікаційних каналів та площадок та планування системи заходів з просування в межах обраних каналів
		планування ресурсів для реалізації заходів з просування оферти

Демонстраційний плакат до магістерської дисертації «Підтримка прийняття рішень в слабкоструктурованих системах»

Магістрант  
Керівник

Довгаль Д.О.  
Жданова О. Г.